UC-NRLF
$B 190 070

THE LIBRARY OF THE UNIVERSITY OF CALIFORNIA

PRESENTED BY
PROF. CHARLES A. KOFOID AND
MRS. PRUDENCE W. KOFOID

Das Weltall.

Beschreibung und Geschichte des Kosmos

im

Entwicklungskampfe der Natur.

In zwei Bänden.

Allen Freunden der Natur gewidmet

von

Dr. O. Ule.

Zweiten Bandes erste Abtheilung.

Halle,
Druck und Verlag von H. W. Schmidt.
1850.

LEES-MUSEUM.
BIBLIOTHEEK
TE AMSTERDAM.

Und umzuschaffen das Geschaffne,
Damit sich's nicht zum Starren waffne,
Wirkt ewiges, lebendiges Thun.
Und was nicht war, nun will es werden
Zu reinen Sonnen, farbigen Erden;
In keinem Falle darf es ruhn.

Göthe.

Q 158
U 37
v. 2:1

Inhalt des zweiten Bandes.

(Erste Abtheilung.)

Seite

Dritter Abschnitt. Geschichte der irdischen Natur oder die Erde als selbständiger Organismus. 1

A. Die Gestaltung der Erdoberfläche in der Gegenwart. 3

1) Die Wirkungen der vulkanischen Kräfte. . . . 5

Die Erdbeben und ihre Wirkungen. Die Erschütterungen und Erschütterungskreise. Erdbebenzonen. Hebungen des Bodens und Erhebungskrater. 8

Die Vulkane und ihre Entstehung. Der Krater. Der Ausbruch. 53

Die vulkanischen Produkte. Die Flammen. Die Dämpfe und Gase, Moseten, Gasvulkane, Salsen, Schlammvulkane. Asche, Sand und Lapilli. Die Lava, ihre Wirkungen und Bestandtheile. 61

Die erloschenen Vulkane und ihre Verbreitung. Erklärung der vulkanischen Erscheinungen. . 97

2) Die Wirkungen der neptunischen Kräfte. . . . 106

Die Quellen und ihre Entstehung. Die artesischen Brunnen. Die Katabothra und Schlot-

M366[illegible]5

Seite

ten. Die periodischen Quellen und Springquellen. Die Mineralquellen und Thermen. . 109

Wirkungen der Flüsse und Meere. Wasserfälle und Ueberschwemmungen. Die Deltas der Wildbäche und Ströme. Die Strandbildungen. Zerstörungen des Meeres an Küsten. Durchbrüche. 138

Wirkungen atmosphärischen Wassers. Die Erosion. Die Thalbildung. Erosionsthäler und Stromthäler. Bergstürze und Erdfälle. Die Kesselthäler und Querthäler. 177

Wirkungen des Eises. Die Schneelinie. Das Polareis. Firn und Gletscher. Bewegung der Gletscher. Moränen und Schuttwälle. Die erratischen Blöcke und ihre Erklärung. . . . 200

3) Die Wirkungen der organischen Kräfte. . . 240

Bildung der Dammerde und des Torfes. Unterseeische Wälder und Treibholz. 241

Die Korallenriffe und Madreporeninseln. Die Muschelbänke. Die Schöpfungen der mikroskopischen Lebenswelt. 248

Dritter Abſchnitt.

Geſchichte der irdiſchen Natur oder die Erde als ſelbſtſtändiger Organismus.

Nicht bloß ein Atom im unendlichen Weltall, ein Glied in der Kette der Weſen, in der Familie unſeres Sonnenſyſtems iſt der Erdball, den wir bewohnen; er hat ſein eignes Leben und ſeine eigne Geſchichte. Was aber ſeine eigne geſchichtliche Entwicklung hat, iſt ein Organismus, ein Individuum. Die Kräfte des Lebens ſind kosmiſche, denn das Leben gehört dem Kosmos an; aber die Art ihrer Wirkung iſt eine individuelle, eine telluriſche.

Auch der Bau des menſchlichen Organismus wird von kosmiſchen Kräften vollführt; aber die zerſtörende Gluth des Feuers wird zur ſanften Lebenswärme, der zuckende Blitzſtrahl der Electricität zum zarten Nervenreiz. Das iſt ja das Wunderbare in der Natur, daß ſie durch die einfachſten Mittel die bunteſte Fülle der Schöpfungen ins Leben zu rufen weiß.

Wir haben das Walten der kosmiſchen Kräfte im großen Ganzen der irdiſchen Natur kennen gelernt, wir haben ihren innigen Zuſammenhang erkannt und die Großartigkeit der Erſcheinungen bewundert, die ſie in

vereinter Macht hervorzurufen vermochten. Mehr noch, als wir ſahen, ahnten wir ihre furchtbare Gewalt, denn je tiefer wir in ihre Erſcheinungen eindringen wollten, deſto räthſelhafter, deſto geheimnißvoller verbarg ſich uns ihr Walten. Wenn ſie aber von Anbeginn thätig waren in unſrer irdiſchen Natur, welche gewaltigen Veränderungen müſſen ſie hervorgerufen, wie furchtbar zerſtört und vernichtet haben? Dennoch haben ſie das Leben auf unſrer Erde geſchaffen, entwickelt, erhalten. Aber das iſt eben die Weisheit der Natur und die Verblendung des Menſchen, daß ſie immer nur ein Ziel, ihre ewige Vollendung im Auge hat, alle Kräfte in Einheit zuſammenfaßt, und ſich ſelbſt, der ewig jungen Lebenskraft, zu dienen zwingt, wo der Menſch nur Gräuel der Zerſtörung und Auflöſung zu ſehen meint. Was jene Kräfte ſchufen, das iſt die Erde jetzt; dieſer Blüthenteppich, der ſie ſchmückt, dieſe Lebensfülle, die ſich im Waſſertropfen, in den Rinden der Bäume und Felſen regt, iſt ihr Werk. Freilich konnte das nicht ohne manche gewaltige Umwälzung, manche Verwüſtung geſchehen. Denn das ganze Leben iſt ja nur eine Reihe von Vernichtungen, und wo Leben, wo Freiheit gedeihen ſollen, da muß auch einmal der Tod ſein Handwerk treiben. Wir wollen jetzt das ſchaffende Wirken dieſer Kräfte näher ins Auge faſſen, damit die Geſchichte unſres Erdballs das lebendige Naturgemälde der Gegenwart vor uns aufrollt. Denn ohne die Vergangenheit können wir die Gegenwart nicht verſtehen, wie ohne die Gegenwart nicht die Vergangenheit. Beide

müſſen in einander greifen. Die Gegenwart mit ihren Veränderungen, ihren Bildungen, ihren Zerſtörungen ſoll uns der Spiegel ſein für die Bildungen und Revolutionen der Vorzeit; die Vergangenheit aber ſoll uns der Schlüſſel ſein, welcher die Geheimniſſe der Gegenwart erſchließt. —

A. Die Geſtaltung der Erdoberfläche in der Gegenwart.

Nicht immer war die Oberfläche unſrer Erde ſo, wie ſie ſich uns jetzt zeigt. Sie hat in der Geſtaltung ihrer feſten und flüſſigen Theile gar viele Veränderungen erlitten, die endlich beharrlichen Beſtand gewonnen und in der Reihenfolge der Jahrtauſende dem Wohnplatze des Menſchengeſchlechts ſeine jetzige Geſtalt gegeben haben. Die einen haben die ganze Erde oder doch den größten Theil derſelben betroffen, andre blieben auf kleinere oder größere Strecken beſchränkt; die einen erfolgten ſehr allmählig und in langen Zeiträumen, andere in kurzen, wechſelnden Perioden. Noch ſind wir Zeugen vieler dieſer Veränderungen; aber unſre Beobachtungszeit iſt kurz, und die Wirkungen dieſer unaufhörlich thätigen Kräfte werden uns erſt ſichtbar, wenn ſie eine Größe erreicht haben, die unſeren groben Sinnen zugänglich iſt. Mögen auch viele Erſcheinungen nicht über die Zeitgrenze hinausgehen, wo unſre Kontinente ihre jetzige Bildung annahmen, und die gegenwärtige Ordnung der Dinge begann: immer gehören ſie einem Zeitraume in der Geſchichte der Erde an, in

welchen oft nicht einmal die dunklen Sagen uralter Völker hineinreichen. Sie sind das letzte Glied der langen Kette von Erscheinungen, über deren Anfang man früher keine Vermuthungen wagte, bis die Wissenschaft unsrer Tage das große Naturgedicht aus den Schriftzügen der Erdrinde verstehen lernte. Denn da, wo das Auge nicht sieht und die Urkunden nicht sprechen, da schlägt uns die Natur selbst im Schooße der Erde ihre Folianten auf, deren Schriftzüge wir freilich nicht mit leiblichem Auge, aber mit dem Auge des Geistes zu entziffern vermögen. Da werden wir von Kräften lesen, welche Berge versenkten und Thäler erhoben, Meere in Landfesten und Länder in Meere verwandelten, die Schöpfungen zerstörten und aus den zerstückten und zersetzten Ruinen immer neue Bildungen erschufen. Und wenn wir noch jetzt ähnlichen Wirkungen begegnen, so werden wir in ihnen nicht bloß das Abbild, sondern auch den Maaßstab für die Wirksamkeit aller Naturkräfte erkennen, welche in den früheren Bildungsperioden der Erde thätig waren. Denn das ist gewiß: die große Entwicklungsgeschichte der Erde in der Vorzeit ist mehr, als die stürmische Einleitung zur Geschichte des Menschen. Feuer und Wasser, Thier- und Pflanzenwelt, das sind die großen Triebkräfte aller Veränderungen, und die kräftigsten unter ihnen Wasser und Feuer, jenes der stetig und ununterbrochen, dieses der periodisch wirkende Faktor; jenes die ausgleichende Macht, die unaufhörlich geschäftig ist, die Unebenheiten der äußern Erdrinde zu

verwiſchen, dieſes, das Feuer und die Gewalten der Tiefe, gleich thätig, die Unebenheiten wieder herzuſtellen, indem ſie neue Maſſen aus dem Innern der Erde emportreiben, oder Hebungen und Senkungen auf ihrer Oberfläche verurſachen. Bald wirken beide auf ein Ziel hin, das keiner allein zu erreichen vermag, bald bekämpfen und ſchwächen ſie einander. Allein immer beſteht zwiſchen ihnen ein ewiges Wechſelverhältniß.

Schwieriger wird es daher, die Thatſachen nach dem Einfluſſe an einander zu reihen, den die verſchiedenen Kräfte auf ſie ausgeübt haben. Um die Erſcheinungen der Gegenwart zu begreifen, müſſen bei ihrer Betrachtung alle Urſachen zugleich ins Auge gefaßt werden; aber die näheren können den entfernteren übergeordnet werden. Deshalb wollen wir nach einander diejenigen Wirkungen kennen lernen, welche die beiden am mächtigſten ſchaffenden und zerſtörenden Kräfte, Feuer und Waſſer, ausgeübt haben und noch ausüben.

1) Die Wirkungen der vulkaniſchen Kräfte.

Was das Meer von den Küſten ſpült oder von den Flüſſen empfängt und mit den Leichen ſeiner Bewohner auf ſeinem Grunde ausbreitet, die Bauwerke der kleinen Thierwelt, der Infuſorien, der Madreporen, die Zerſtörungen und Schöpfungen der Gewäſſer des Landes, die Trümmer, die ſich am Fuße der Gebirge anhäufen, die Torfbildung, Alles das verſchwindet gegen die rieſenhaften Umwälzungen und Schöpfungen

der vulkaniſchen Thätigkeit der Erde, gegen die Ausbrüche feuerſpeiender Berge, gegen die Maſſen, welche bei Erdbeben in die zerriſſenen Schichten von unten heraufgetrieben werden, gegen die vulkaniſchen Inſeln, die plötzlich aus der Tiefe des Meeres emporſteigen, gegen die allmähligen Hebungen von Ländern und Küſten und verwandte Erſcheinungen. Alle dieſe wunderbaren, gar oft dem Menſchengeſchlecht verderblichen Erſcheinungen faſſen wir zuſammen unter dem Namen der vulkaniſchen. Sie ſind die Wirkungen einer beſtändigen Reaction des Innern der Erde gegen ihre Rinde und Oberfläche, und die innere Wärme iſt es, welche die Keime dieſer Reaction erhält.

Im Innern der Erde ruht jene Macht, welche die Furchen ihrer Oberfläche zieht, welche ſie wandelt und in ſteter Bewegung erhält. Dort iſt der Sitz des Erdenlebens, dort iſt die Seele, das Herz, welches von innrer Gluth erfüllt den ganzen Körper durchſtrömt und ſeine feſſelnden Schranken zu durchbrechen trachtet. So ruht auch im Herzen des Menſchen verborgne Gluth, auch dort ſchlummert ein vulkaniſcher Heerd, ein zerſtörendes und ein erhaltendes Feuer. Kalt und gleichgültig erſcheint der Menſch oft von außen, denn er hält gewaltſam die Schleuſen ſeines Innern verſchloſſen; aber unter dieſer ruhigen Hülle tobt die wilde Gluth um ſo gewaltiger und zerſtörender. Dann erbebt der Körper von innerm Drange, die Muskeln zucken, fieberhaft ſchlagen die Pulſe, und der Spiegel der Seele, das Geſicht, verräth die verheerenden Kämpfe

des Innern. Endlich bricht die kalte Rinde, die Schleusen öffnen sich, und furchtbar mächtig bricht die Flamme der Leidenschaften hervor. Verzehrend greift der Feuerstrom um sich, rings Zerstörung und Flammen verbreitend, bis sich der innere Drang besänftigt, und die mildernde Fluth der Thränen sich über die erstarrten Laven ergießt. Das ist das innere Leben des Menschen, das nicht verschlossen bleiben darf, sondern in Worten und Mienen offenbar werden muß. Wenigen gelingt es, diese Gluthen zu zügeln, mit der Eisrinde des Verstandes ihr Herz zu umgürten. Wir nennen sie große, bewunderungswürdige Charaktere, aber lieben können wir sie nicht; denn das Leben fehlt ihnen, und wie starre Masken, wie lebendige Leichen erfüllen sie uns mit Grauen. Wie aber im Menschenherzen, so schlummert auch im Herzen der Erde verborgene Gluth, die mit mächtigem Drange an die Pforten der Oberwelt klopft, und wenn sie sich nicht öffnen, gewaltig von innen heraus ihre Hülle erschüttert, Länder erbeben, ganze Gebirgsmassen und Kontinente sich heben läßt. Ein Glück ist es für den Wohnplatz des Menschengeschlechts, wenn sich jener Drang endlich Luft macht, wenn er die Decke krachend sprengt und aus seinen rauchenden Schlünden die Feuergluthen seiner Leidenschaften ausströmen läßt. Mögen auch jene Ausbrüche gar oft verderblich sein, mit geschmolzenen Laven Städte und Dörfer zerstören, mit ihrem Aschenregen blühende Landschaften, Gärten und Weinberge begraben: die Thräne des Himmels quillt bald her-

nieder und verwiſcht die Spuren der Verwüſtung; neues Leben erwacht über den Trümmern, friſches Grün entſproßt den mit Aſche gedüngten Fluren.

Wir wollen die Größe und Pracht aller dieſer Erſcheinungen der vulkaniſchen Thätigkeit der Erde kennen lernen und mit den großartigſten beginnen, welche am furchtbarſten die Allgewalt der im Verborgnen waltenden Naturkräfte offenbaren und den erſchütterndſten Eindruck auf das menſchliche Gemüth machen. Das ſind die Erdbeben, jene von innen heraus wirkenden Erſchütterungen des feſten Erdbodens, wenn die innere Gluth gefeſſelt iſt und vergebens einen Ausweg durch jene Poren der Erde, die Vulkane, ſucht.

Die Bewegungen, welche der Erdboden durch Erdbeben erleidet, geben ſich bald als ſenkrechte, aufſtoßende, bald als horizontale oder wellenförmige, bald als wirbelnde Schwingungen zu erkennen. Aber dieſe drei verſchiednen Bewegungen kommen ſelten einzeln für ſich vor, und die beiden erſten, die aufſtoßende und wellenförmige ſind nach Humboldt's Erfahrung ſehr oft gleichzeitig wahrgenommen worden. Am ſeltenſten, aber auch gefahrbringendſten zeigt ſich die wirbelnde Bewegung. Die furchtbaren Erdbeben von Jamaica am 7. Juni 1692, von Liſſabon am 1. Novbr. 1755, von Calabrien vom 5. Febr. bis 28. März 1783, von Riobamba bei Quito am 9. Febr. 1797, von Caracas am 26. März 1812 bewieſen die zerſtörende Wirkung dieſer Bewegung. Mauern wurden umgewandt und einzelne Theile von Obelisken verdreht, ohne umzuſtürzen,

und in Chili 1822 3 Palmen wie Weidenruthen um einander geſchlungen. In Calabrien wurde im Becken der Stadt Oppido, welche in einem natürlichen Amphitheater von Bergen auf angeſchwemmtem Grunde liegt, der Boden ſo bewegt, wie wenn man ein weites Sandfaß drehend ſchüttelt und zugleich durch Stöße von unten her erſchüttert. In Riobamba hatte ſich das lockere Erdreich wie eine Flüſſigkeit in Strömen bewegt, Aecker und Gärten waren verſchoben, Baumpflanzungen gekrümmt worden, und der Gerichtshof hatte gar manche Streitigkeit über die Verwirrungen, die das Erdbeben im Eigenthumsrecht angerichtet hatte, zu entſcheiden. Einer ſolchen Bewegung widerſteht natürlich kein Gebäude, noch irgend etwas Bewegliches; Alles wird zuſammengeſchüttelt und nivellirt, und die Trümmer ſo umhergeſchleudert, daß man den Plan der Städte nicht wieder erkennt. Die aufſtoßende Bewegung iſt oft nicht minder heftig, aber ſie erfolgt doch meiſt in einzelnen kurzen Stößen, die freilich dann, wie die Exploſion einer Mine, oft Löcher und trichterförmige Vertiefungen hinterlaſſen. Sie erzeugen die ſonderbarſten Erſcheinungen. So wird vom Erdbeben in Calabrien erzählt, daß ein Mann mit ſeiner Frau und einem Eſel mit dem Boden, worauf ſie gingen, aufgehoben und über einen Fluß geworfen wurden. Ein Andrer ſtand in der kleinen Stadt Seminara Citronen pflückend auf einem Baum und wurde mit dieſem und der Erde, welche ihn nährte, aufgehoben und unverletzt fortgeſchleudert. Gewöhnlich aber gehen dieſe Stöße in

leichtere Erzitterungen über, wie ſie ſich bei den häufigſten und ungefährlichſten Erdbeben zeigen. Aus den Spalten, welche ſich oft in Folge der Zertrümmerung des Erdbodens bilden, kann man am leichteſten auf die Richtung der Erſchütterungen ſchließen. Sind die entſtandenen Spalten von gleicher Richtung und unter ſich parallel, ſo weiſen ſie auf kleinere Erdbeben mit Wellenbewegung hin; gehen die Spalten ſtrahlenförmig von einem Mittelpunkte aus, ſo wird man unwillkührlich an einen ſenkrechten Stoß erinnert, bilden ſie endlich Ringe um einen Mittelpunkt, ſo muß man an eine wirbelnde Bewegung denken.

Wenn mehrere Erdſtöße einander folgen, ſo gilt es für die Erklärung früherer Erdbildungsphänomene, in Erfahrung zu bringen, ob alle dieſelbe Stelle treffen, ob ſie einander in derſelben Richtung folgen oder ſich endlich über eine gewiſſe Fläche vertheilen. Bei dem großen Erdbeben von Calabrien gingen ſeine 3 Hauptſtöße vom 5. Febr., 7. Febr. und 28. März von 3 in grader Linie 5—6 Meilen von einander entfernt liegenden Punkten aus. Die Bebungen ſchienen ſich vom Aetna aus unter dem Meere fortzuſetzen, eine auffallende Erſcheinung, da der Boden aus Granit und Gneiß beſteht, welche aber doch nichts weiter, als die große Tiefe der vulkaniſchen Heerde beweiſt. Die Erſchütterungslinie folgte dem Hauptkamm der calabreſiſchen Gebirgskette und hielt ſich an ihrem weſtlichen Abhange gegen Sicilien hin. Darum wurden die weſtlichen Gegenden von Calabrien ſo grauenvoll verwüſtet,

während die östlichen faſt ganz verſchont blieben. Am ſtärkſten war die Erſchütterung bei Oppido, von wo aus ſie ſich über eine Fläche von 80 QM. verbreitete, über 400 Städte und Dörfer von Grund aus zerſtörte und den Boden durch zahlloſe Schlünde und Löcher zerriß. Die Oſtſeite wurde vielleicht dadurch geſchützt, daß der ſtarke Gebirgsſtock den Erſchütterungswellen nach dieſer Seite hin einen Damm entgegenſetzte und ſie durch ſeine Feſtigkeit ſchwächte, oder wie Humboldt meint, dadurch, daß die Wände der Spalten, auf denen die Gebirgsketten erhoben ſeien, die Richtung der den Ketten parallelen Erſchütterungswellen begünſtigen. Es ſcheint daher, daß Gebirgszüge die Fortpflanzung eines Erdbebens eher in ihrer Längenrichtung, als ſenkrecht gegen dieſelbe zulaſſen. Dieſe Annahme wird beſtätigt durch die Erdbeben in den vulkanenreichen Cordilleras de los Andes, deren Kamm vom Cap Hoorn an ununterbrochen die Weſtküſte Südamerikas begleitet, bis er ſich bei los Paſtos nördlich von Quito in 3 Arme theilt, deren öſtlichſter unter dem Namen der Sierra de Parvaos und Sierra de Merida als Gebirge von Caracas die Küſte erreicht, über Trinidad auf die kleinen Antillen übergeht und über Portorico neben Haiti, Jamaica und Cuba zur Halbinſel Yucatan zurückkehrt. Alle großen und furchtbaren Erdbeben, welche dieſen Theil Amerikas ſo oft heimſuchen, folgen der Richtung dieſes Gebirgszuges und entfernen ſich wenig von ihm. Inzeſſen werden doch bisweilen Bergketten von Erdbeben ſenkrecht durchſchnitten. Dies ereignet ſich häufig

in Mexico, wo die Stoßlinie nicht dem Hauptgebirgszuge, ſondern der ihn quer durchſetzenden Vulkanenreihe von Weſten nach Oſten folgt, welche die Fortpflanzung der Erdbeben in dieſer Richtung zu bedingen ſcheint. Auffallender iſt es, wenn Erdbeben die Küſtenkette von Caracas und die Cordilleren von Parime durchbrechen, oder wenn ſich in Aſien, wie am 22. Jan. 1832, die Erdſtöße von Lahore und vom Fuß des Himalaya quer durch die Kette des Hindu-Khu ſelbſt bis Bokhara fortpflanzten. Noch eine andre Erſcheinung zeigt ſich bisweilen, wenn die Erſchütterungswelle längs einer Küſte oder am Fuß einer Gebirgskette fortläuft. Man bemerkt dann eine Unterbrechung an gewiſſen Punkten, die Welle ſchreitet nur in der Tiefe fort, ohne ſich an der Oberfläche fühlen zu laſſen, und die Indianer nennen dieſe Punkte ſehr bezeichnend Brücken.

In dem Erdſtrich, wo der Stoß von gleichmäßig leitenden Schichten, wie von einem gemeinſamen Centrum aus fortgepflanzt wird, machen ſich die Schwingungen um ſo weniger fühlbar, je weiter die einzelnen Punkte von dem eigentlichen Stoßpunkte entfernt ſind. Den Bereich der Erſchütterungen nennt man dann den Erſchütterungskreis. Oft hat ſich dieſer ungemein groß gezeigt. So z. B. umfaßte der des Erdbebens, welches am 1. Nov. 1755 Liſſabon zerſtörte, einen Raum, der an Größe viermal die Oberfläche von Europa übertraf. Dieſer ungeheure Raum erbebte gleichzeitig, die Erſchütterungen wurden

in den Alpen, an den ſchwediſchen Küſten, auf den antilliſchen Inſeln, an den großen Seen von Canada, wie in Thüringen und in den kleinen Binnenwaſſern der baltiſchen Ebne empfunden. Hauptſächlich iſt es die Struktur des Geſteines, welche Einfluß auf die Verbreitung der Erdbeben ausübt. Indeſſen ergeben die Erfahrungen darüber ſo widerſprechende Thatſachen, daß es nicht möglich iſt, Geſetze dafür aufzuſtellen. In den Cordilleren erſchütterte das Erdbeben von 1812 die Gebirgsmaſſen ſtärker, als die Ebene; während in Meſſina dagegen die Erſchütterungen in den auf Granitboden ruhenden Stadttheilen bei weitem unbedeutender waren, als in der auf angeſchwemmtem Lande erbauten Reihe von Paläſten am Hafen. Auf Jamaica empfand man die Bebungen am heftigſten auf Kalkboden, am ſchwächſten auf Sand- und Thonboden; in den Pyrenäen dagegen wurden Kalkfelſen verſchont und Granite erſchüttert. Die Erdbeben am Niederrhein vom 17. Dec. 1834 und 28. Juni 1845 beſchränkten ſich nicht bloß auf das eigentliche vulkaniſche Gebiet, ſondern verbreiteten ſich auch über das Thonſchiefer- und Grauwackengebirge. Auch das Meer wird in die allgemeine Bewegung der erſchütterten Erde mit hineingeriſſen, und in allen Küſtengegenden geben die durch plötzliches Steigen der Gewäſſer verurſachten Zerſtörungen den direct vom Erdbeben hervorgebrachten wenig nach. Auf offner See werden die Erdſtöße ſo bemerkt, als ſei das Schiff auf einen Felſen aufgefahren; an der Küſte er-

heben ſich plötzlich eine oder mehrere ungeheure Wellen, durch welche die Schiffe von den Ankern losgeriſſen und oft weit von der Küſte in das Land hineingeſchleudert werden. Merkwürdige, noch nicht erklärte Erſcheinungen bietet die Verbreitung der Erdbeben in die Tiefe dar, die man freilich nur da beobachten kann, wo ſich Bergwerke befinden. Meiſtens empfindet man die Erdſtöße ebenſo gut in den Gruben, als an der Oberfläche, bisweilen aber iſt es ſchon begegnet, daß Bergleute von Erdſtößen erſchreckt zu Tage fuhren, während man oben keine Erſchütterung bemerkt hatte, oder umgekehrt unten nichts von den Stößen verſpürte, welche die Oberfläche in Schrecken verſetzt hatten. Während jener furchtbaren europäiſchen Kataſtrophe, die man das Erdbeben von Liſſabon nennt, fühlten Bergleute in den verſchiedenſten Gebirgsgegenden Bewegungen der Gebirgsmaſſen und hörten einen Donner, der oben ſchwieg. Aber von den Stößen, welche Schweden im November 1823 erfuhr, vernahm man in den Tiefen der Gruben nichts während auf- und abwärts ſteigende Arbeiter ihre Stärke empfanden.

Gewiß drängt ſich Jedem die Frage auf, ob dieſe verheerenden Erſcheinungen wirklich ſo plötzlich, ſo unangemeldet den Menſchen überraſchen, ob die Natur durch nichts ihre Geſchöpfe vor den furchtbaren Ausbrüchen ihres Zornes warnt. Der Volksglaube freilich, der überall das Walten eines allgütigen Weſens ſehen will und es nicht zu begreifen vermag, wie der

Allerhalter ſo unvorbereitet, ſo ſchonungslos ſeine eigne Schöpfung wieder vernichten kann, dieſer Volksglaube freilich meint ſolche ſichre Vorboten in gewiſſen Witterungsverhältniſſen zu finden, in Windſtille, drückender Hitze, Nebeln, veränderter Luftelectricität. Dieſer Glaube aber iſt haltlos, gründet ſich nur auf zufällig, aber nicht nothwendig mit Erſchütterungen zuſammenhängende Erſcheinungen. Bei reinem, völlig dunſtfreiem Himmel, bei friſchem Oſtwinde ſo gut wie bei Regen und Donnerwetter hat man Erdſtöße geſpürt. Freilich kennen wir den Zuſammenhang zwiſchen Dem, was in den Luftregionen unſrer Atmoſphäre und in dem Innern unſrer Erdrinde vorgeht, noch zu wenig, als daß wir jeden Zuſammenhang wegläugnen ſollten. Vielmehr ſpricht die Erfahrung zu klar für den Einfluß der Jahreszeiten, des Eintritts der Regenzeit nach langer Dürre unter den Tropen und des Wechſels der Mouſſons. Gewiß ſchlingt ſich auch hier das einigende Band der Naturkräfte durch die Erſcheinungen, und dieſelbe Kraft, welche den Erdboden erſchüttert, vermag wohl auch den Luftkreis anzuregen, die electriſche Spannung zu erhöhen, die Neigung der Magnetnadel zu verändern, und im Luftdruck eine Störung zu bewirken, welche das Barometer plötzlich fallen läßt. Vermögen uns alſo auch dieſe Erſcheinungen nicht als untrügliche Vorboten vor dem drohenden Sturme unter unſern Füßen zu warnen, ſo giebt es noch einen andern gewaltigern Begleiter der Erdbeben, der aber oft nur zu ſpät warnt, jenes un-

terirdiſche Getöſe und dumpfe Gebrüll, das bald dem Rollen beladner Wagen auf Steinpflaſter, oder entferntem Donner, bald dem Rauſchen des Sturmwinds, bald dem Krachen der Geſchütze gleicht, bald raſſelnd und klirrend tönt, wie bewegte Ketten, bald hellklingend, als würden glaſige Maſſen in unterirdiſchen Gewölben zerſchlagen. Bald geht dies Getöſe den Stößen vorher, bald begleitet es ſie, bald fehlt es ganz, wie bei dem furchtbaren Erdbeben von Riobamba. Bisweilen folgt das Getöſe erſt nach den Stößen und ſcheint dann dadurch bedingt, daß in Folge der Erſchütterungen im Innern der vulkaniſchen Kräfte ſich Felsmaſſen loslöſen und herabſtürzen. Oft verbreitet ſich der unterirdiſche Donner auf ungeheure Entfernungen. So wird der Donner des Tomboro auf der Sundainſel Sumbava 400 Seeſtunden weit auf Sumatra vernommen. Als der Vulkan von St. Vincent in den kleinen Antillen am 30. April 1812 einen mächtigen Lavaſtrom aus ſeinem Krater ergoß, wurde ſein ungeheures donnerartiges Getöſe 158 Meilen weit, über eine Fläche von 2300 Q. M. an den Ufern des Rio Apure und in Caracas vernommen. Aber nicht immer ſind dieſe ſchreckenerregenden Donner mit den Erſchütterungen, die ſie mit banger Furcht vorausſehen laſſen, wirklich verbunden. Am auffallendſten iſt jene unter dem Namen des Gebrülls und unterirdiſchen Donners von Guanaxuato, welches die Bewohner jener 6400 Fuß hoch gelegnen Bergſtadt des mexikaniſchen Hochlandes Monate lang

ohne irgend eine Erſchütterung mit Angſt und Schrecken erfüllte. Um Mitternacht des 9. Jan. 1784 begann das Getöſe, und ununterbrochen rollte der Donner wie in ſchweren Gewitterwolken unter den Füßen der Einwohner fort. Paniſcher Schrecken ergriff Alles, man floh aus der bedrohten Stadt. Nur die Obrigkeit wollte es beſſer wiſſen; ſie verbot bei ſchweren Strafen jede Flucht, da ſie in ihrer Weisheit ſchon erkennen werde, wenn wirkliche Gefahr vorhanden, jetzt ſeien nur Proceſſionen nöthig. Doch alles Drohen half nicht. Hungersnoth entſtand in der Stadt, weil die Zufuhr fehlte, und jetzt floh Alles und ließ die reichen Schätze an Silberbarren in die Hände von Räubern fallen, denen man ſie ſpäter erſt mit Waffengewalt wieder entreißen mußte. Allmählig verzog ſich das Getöſe wieder, die Lippen der Erde ſchloſſen ſich, und ihre drohende Stimme verhallte.

Wie aber jene innere Gewalt unaufhörlich gegen ihre Feſſeln ringt, ſo giebt es auch wohl auf der ganzen Erde keinen Monat, vielleicht keinen Tag, an dem nicht irgendwo die Erdoberfläche erbebte. Mögen auch einzelne Stöße nur wenige Secunden dauern, und es zum Glück eine Seltenheit ſein, wenn, wie beim Erdbeben von Neu-Granada 1827, 5 Minuten lang der Boden gleich einem wogenden Meere auf- und niederwallte, ſo giebt es doch bisweilen Gegenden, die Monate lang nicht zu völliger Ruhe gelangen. Faſt ſtündlich hat man Monate hindurch am öſtlichen Abfall des Mont Cenis, in den Vereinigten Staaten

nördlich von Cincinnati, und bei Aleppo Erschütterungen gefühlt, und Calabrien kam während der 5 Jahre von 1783—88 nicht zur Ruhe, so daß allein im Jahre 1783 949 Stöße, darunter 500 von höchster Stärke, verspürt wurden. Beim großen Erdbeben in Peru zählte man in den ersten 24 Stunden 200 Erschütterungen und bei dem von Valencia 1828 mehr als 300, die einander mit Blitzesschnelle folgten. Bedenkt man aber die Schwierigkeit, in solchen Augenblicken so kurze Zeiträume zu messen, so läßt sich annehmen, daß die meisten und verheerendsten Stöße nur Secunden und Augenblicke währten.

Es giebt nicht viele Gegenden, welche ganz von diesen gefährlichen Erschütterungen verschont werden. Mag auch mancher Ort Jahrhunderte lang frei bleiben, andre Erdstriche werden davon um so häufiger und anhaltender heimgesucht. So giebt es gewisse Erdbebenzonen, welche einen gemeinsamen Heerd ihrer Erschütterungen zu haben scheinen. Die amerikanischen habe ich schon erwähnt. In Asien giebt es drei Erdbebenzonen, die fast parallel von Westen nach Osten ziehen, eine nördliche von der Uralmündung bis Irkutzk, eine mittlere vom Aralsee bis nach China, eine südliche durch die Länder am Himalaya. Dazu kommt noch jener mächtige Bogen, welcher sich von den Andamanen durch Sumatra, Java, die Philippinen, Japan, die Kurilen, Kamschatka und die Aleuten zieht, wo sich diese Zone an die nordamerikanische der Halbinsel Aliaska und der Westküste bis Kalifornien an-

ſchließt. In Europa haben wir zwei oder drei Erdbebenzonen, welche wir näher betrachten wollen. Jedenfalls nimmt die europäiſche Erdbebenzone, welche das mittelländiſche Meer umſchließt, die erſte Stelle unter allen bekannten ein, nicht nur wegen ihres großen Umfangs, der genaueren Kenntniß, die wir über ſie beſitzen, der merkwürdigen Ereigniſſe, die ſich in ihr zugetragen haben, ſondern weil ſie die Länder umfaßt, in welchen die wichtigſten Völker des Erdballs ihren Sitz aufgeſchlagen haben. Der Erſchütterungskreis des mittelländiſchen Meeres erſtreckt ſich von den Azoren bis zum Kaſpiſchen und Perſiſchen Meere in einer Länge von faſt 1000 Meilen. Auf der Südſeite wird der Umkreis von Africaniſchen Gebieten gebildet, von dem Hochlande der Berberei, dem Plateau von Barka und Marmarika. Die Oſtſeite begreift die vorderaſiatiſchen Landſchaften, das ſyriſche Bergland und Paläſtina, Meſopotamien und Babylonien, den weſtlichen Theil des Hochlandes von Iran, das Quellland des Euphrat, Kur und Araxes oder das Hochland von Armenien, Kurdiſtan und Georgien, endlich das Hochland von Kleinaſien. Um die Mitte der Erdbebenzone lagert ſich im Norden ein aus vielen Gebirgsgliedern beſtehender Bogen, der vom kaſpiſchen Meere beginnt und an der Straße von Gibraltar ſein Ende erreicht. Die Glieder dieſes Bogens ſind der Kaukaſus, das Gebirgsland von Taurien, das ſüdliche Rußland bis Kiew, die griechiſche Halbinſel, die Karpathen, die Alpen, der ſüdliche Theil des fran-

zösischen Mittelgebirges, die Pyrenäen und die Gebirge der iberischen Halbinsel. Um diesen größern nördlichen Bogen lagert sich noch ein kleinerer, welcher aus dem deutschen Mittelgebirgslande und aus dem mittleren und nördlichen Mittelgebirge Frankreichs besteht. Die äußersten Westpunkte des Erdbebenkreises bezeichnen die Azoren, Madeira und die kanarischen Inseln.

Den eigentlichen Heerd aller Erschütterungen dieser Zone bilden wohl die theils noch jetzt, theils früher thätigen Vulkane in ihrer Mitte; denn dort sind auch die Erdbeben am häufigsten, ganz gewöhnliche, dem Boden eigenthümliche Erscheinungen. Den westlichen vulkanischen Punkt des Erschütterungskreises bilden die Azoren, eine Inselgruppe von einem Flächenraum von 50 Q. M., deren vulkanische Thätigkeit ihr Centrum im Pico auf der Insel gleiches Namens zu haben scheint, und sich bald im Bilden von Kratern, bald im Auftauchen und Verschwinden neuer Inseln zeigt. Daran schließen sich die canarischen Inseln mit dem Pik von Teneriffa. Ein zweiter vulkanischer Heerd ist die Insel Sicilien mit ihrem 10260 Fuß hohen Aetna und dem Schlammvulkan Macaluba bei Girgenti. Nördlich von Sicilien liegen die ewig thätigen Feuerschlünde der Liparischen Inseln Vulcano, Lipari, Stromboli mit dem Monte Schicciola. In Unteritalien treffen wir den merkwürdigen Vulkanbezirk von Neapel, der sich vom Vesuv durch die phlegräischen Felder bis Procida und Ischia ausdehnt.

Hier iſt der See Averno, der einſt mephitiſche Dämpfe aushauchte und durch ſeine verpeſtete Luft die darüber hinfliegenden Vögel tödtete, jetzt von der reinſten und geſündeſten Atmoſphäre umgeben; hier iſt die Solfatara von Pozzuoli, ein halberloſchner Krater von ſchwefligen Dämpfen erfüllt, den einſt die Alten die Pforten der Unterwelt nannten. Wenden wir uns von Italien nach Oſten, ſo treffen wir eine Reihe vulkaniſcher Inſeln im griechiſchen Archipelagus von Aegina über die Halbinſel von Methone, Paros bis Santorin mit ihrem vom Meere erfüllten Krater, der noch immer durch unterſeeiſche Ausbrüche Beweiſe ſeiner vulkaniſchen Thätigkeit ablegt. Wir gehen jetzt nach Aſien über und begegnen dort zwar wenigen noch thätigen Vulkanen, aber Spuren ehemaliger weitverbreiteter Thätigkeit, die unvertilgbar dem Boden eingeprägt ſind und ſich noch oft in ſtarken und verheerenden Erdbeben äußern. In Kleinaſien finden wir die berüchtigten Feuerberge der Alten, die ſeltſame Höhle Plutonium bei Hierapolis und vor allem die Katakekaumene oder das verbrannte Gefilde von Lydien, das ſchon durch ſeinen Namen, noch mehr durch die aſchenartige Erde, eine Menge Erdriſſe und 3 Krater erloſchener Vulkane ſich als eine von unterirdiſchem Feuer verwüſtete Landſchaft ankündigt. Im ſüdöſtlichen Kleinaſien in der Ebne von Kaiſarieh erhebt ſich als iſolirter Pik der Arghi Dagh über 12000 Fuß hoch, von dem ſchon die Alten erzählten, daß er voll von Schlünden ſei, aus denen Flammen hervorbrechen.

Auch in neuerer Zeit ſind die vulkaniſchen Erſcheinungen dort nicht ganz verſchwunden. Erdbeben, warme Quellen zeugen von der fortdauernden Thätigkeit des vulkaniſchen Heerdes, und bei dem Erdbeben, welches 1831 die Gegend von Kaiſarieh verwüſtete, brachen abermals Feuerflammen aus dem vulkaniſchen Boden hervor. Wir kommen zu einem andern furchtbar von vulkaniſcher Thätigkeit verheerten Gebiete, dem Hochlande von Armenien, das weithin von mächtigen Lavaſtrömen überfloſſen, von Schlacken und Bimſteinen überſchüttet iſt. Der Mittelpunkt aller dieſer Verwüſtungen iſt der Ararat oder Agrihdagh, jener heilige Berg, an den ſich die dunkelſten und älteſten Anfänge der vorgeſchichtlichen Zeit des Menſchengeſchlechts anſchließen, die heilige Landung der Geretteten aus der Sündfluth, die einen ſo tief nachhaltenden ernſten Eindruck auf das Gemüth der ſich bewußt werdenden Völkerentwicklung ausübte, daß ſie nach Jahrtauſenden nicht ganz aus dem Gedächtniß verdrängt werden konnte. Ungeachtet die ganze Umgebung für die vulkaniſche Natur des Ararat ſpricht, ſo iſt doch aus keiner Zeit ein hiſtoriſches Zeugniß von ſeiner vulkaniſchen Thätigkeit aufbewahrt worden, und ſelbſt von Erdbeben blieb die nächſte Umgebung des Berges verſchont. Erſt das Jahr 1840 widerlegte den friedlichen Charakter dieſes Berges und ſuchte jene hohe Landſchaft mit einem ſo furchtbaren Erdbeben heim, daß mit einem entſetzlichen Einſturze nicht nur das St. Jacobskloſter und das Dorf Arghuri

mit allen Bewohnern vernichtet, ſondern auch weithin zahlloſe Ortſchaften vom Arpatſchai bis zum kaſpiſchen Meere hin zertrümmert wurden, Tauſende von Menſchen das Leben verloren, und an vielen Stellen die Oberfläche des Bodens und der Lauf der Gewäſſer die ſeltſamſten Veränderungen erlitt. Jenes Dorf Arghuri, von welchem kein lebendes Weſen übrig blieb, lag in einer ungeheuren Schlucht von 6000 Fuß hohen ſteilen Felswänden eingeſchloſſen. Am 20. Juni 1840 kurz vor Sonnenuntergang eröffnete ſich plötzlich unter furchtbaren Zuckungen des Erdbodens und donnergleichem Gebrüll, das alle Bewohner Armeniens mit Schrecken erfüllte, am Ende jener Schlucht eine Spalte, aus welcher gewaltige Dampfwolken hervorbrachen und Schlamm und Steine, ja ganze Felsmaſſen wie Bomben durch die Luft geſchleudert wurden. Nach einer Stunde ſchwieg der Donner; das reiche Dorf Arghuri, das berühmte Kloſter, die blühenden Felder und Fruchtbäume waren verſchwunden; zweitauſend friedliche Bewohner hatten ihr Grab unter den aufgeſchleuderten Steinmaſſen gefunden. In weitem Umkreiſe war ſelbſt die Ebne Armeniens furchtbar verheert. Spalten hatten ſich auch an den Ufern des Araxes und Karaſu geöffnet und warfen Dämpfe, Waſſer und Schlamm empor. Aus dem Bette des Araxes erhoben ſich ſeltſame Fontainen, und brauſende Strudel tobten Monate lang. In Eriwan, Nachitſchewan, Bajaſid u. a. O. waren mehr als 6000 Häuſer von Grund aus zerſtört. Die Quelle des hei-

ligen Jakob hatte Urſprung und Lauf geändert, die Quelle bei Arghuri ihr Kriſtallwaſſer mit widerlichem Schwefelwaſſer vertauſcht, und zahlreiche Quellen waren verſiegt, neue erſchienen. Aber das Maaß des Entſetzens war noch nicht erfüllt. Vier Tage nach dem Ausbruch begann ein neues Zerſtörungswerk. An der Stelle der geſchloſſnen Ausbruchsſpalte war ein tiefes Becken zurückgeblieben, das von geſchmolzenem Schnee, Regen und Bächen zu einem See anſchwoll, der gleichſam über dem Thale ſchwebte. Der mächtige Damm, den Schlamm- und Steinmaſſen ſeinem Druck entgegenſetzten, ward am 24. Juni durchbrochen. Mit furchtbarer Gewalt ſtürzten die Schlammſtröme den Bergabhang hinab, verbreiteten ſich über die Ebene und verſtopften das Bett des Karaſu durch 100 Fuß hohe Wälle. Die weite Ebne ward verwüſtet, mit Bäumen, Felstrümmern und Leichen bedeckt. Lange Zeit bildete die ganze Gegend einen unzugänglichen Moraſt. Erſt als die Schlammmaſſen trockneten, konnte man den gräßlichen Schauplatz der Verwüſtung überſehen. Die Arghuriſchlucht war 20 bis 200 Fuß hoch mit bergähnlichen Trümmern bedeckt. Von Dorf und Kloſter iſt keine Spur zu finden; an ihrer Stelle erhebt ſich eine Reihe kegelförmiger Be gkuppen aus Fels- und Eisſtücken. Ueber einen Monat lang dauerten die heftigen Erſchütterungen fort, und noch im September waren Schwankungen mit ſchwachem unterirdiſchen Getöſe zu ſpüren. Seit dieſer Zeit liegt das Herz des Araratvulkans geöffnet da; doch keine Feuer-

ſäule verräth ſeinen gefährlichen Charakter. — In dem öſtlichen Gebiete unſrer Erdbebenzone, dem weſtlichen Perſien, wie in dem vulkaniſchen Syrien und Paläſtina läßt zwar kein thätiger Vulkan mehr ſeine verheerenden Feuerſtröme fließen, aber die gewaltige Pyramide des Demavend läßt durch die heißen Dämpfe, die ſeinem kratergleichen Gipfel entſteigen, durch die heißen Quellen und Bäder an ſeinen Abhängen, durch ſeine weit umher verbreitete Erdbebenſphäre, durch die Schlacken und Bimsſteine, die rings um ihn zerſtreut ſind, keinen Zweifel mehr über die Gluth, die noch immer in ſeinem Innern arbeitet, und für welche die Zeit wohl kommen kann, wo auch ſie einmal zum Leben geweckt wird. Das letzte Gebiet der Erdbebenzone des mittelländiſchen Meeres betreten wir im Kaukaſus, und hier ſehen wir die Wirkungen des innern Feuers ſich nicht mehr bloß durch Erdbeben, ſondern auch durch vulkaniſche Ausbrüche äußern. Dort erheben ſich die ehemaligen Feuerſchlünde des 15400 Fuß hohen Elbrus, des Paſſemtu, des Kasbek. Naphthaquellen, Schlammvulkane und das heilige Feuer der Indier, das dem Boden von Baku entſtrömt, ſind gewiß hinreichende Spuren von der ununterbrochnen Thätigkeit eines vulkaniſchen Heerdes.

Rings um und zwiſchen dieſen eben angeführten vulkaniſchen Centralpunkten liegen die Gegenden vertheilt, welche am häufigſten und zerſtörendſten von Erdbeben heimgeſucht werden; und auch die Richtung der Stöße und Erſchütterungen folgt faſt immer der

Streichungslinie dieſer Zone. Von der Thätigkeit der Vulkane hängt gewöhnlich die Ruhe der von ihnen beherrſchten Zone ab. So lange die Vulkane ſchweigen, toben die Erdbeben. Dafür ſpricht beſonders der Zeitraum vom Jahre 1500 bis 1631 und von 1825 bis 1832. In der erſten Periode ruhte der Veſuv, und der Aetna hatte nur wenige Ausbrüche. Zwiſchen dieſen erfolgten auf der ganzen Erſchütterungslinie des mittelländiſchen Meeres und ſeitwärts bis in die Alpen und Oeſtereich, Konſtantinopel und Paläſtina die heftigſten Erdbeben. In den Jahren 1825—32 feierten wieder die beiden großen Vulkane unſrer Zone, und verheerende Erdbeben waren die Folge. 1827 wurden Neapel, Sicilien, Kleinaſien, Liſſabon, die Moldau und die Alpen erſchüttert, 1828 Iſchia, Kalabrien, Genua, Smyrna, der kaſpiſche See. 1829 erſchreckten Erdbeben Murcia, die Türkei, Ungarn, Siebenbürgen und das ſüdliche Rußland. Auch 1831 und 32 wurden Italien, die Alpen- und Karpathenländer und Syrien heimgeſucht, bis endlich Veſuv und Aetna kurz nach einander ihre furchtbaren Feuerſchlünde öffneten. Aber ſeit einigen Jahren ſind ſie wieder in Schlummer verſunken, und ſchon zeugen aufs Neue Erdbeben von dem verhaltnen Grimme der innern Gluthen.

Wir liegen glücklicherweiſe ausgeſchloſſen von dem Bereich dieſer furchtbaren Gewalten, aber dennoch erſtrecken ſie bisweilen ihren erſchütternden Arm bis zu uns oder doch in eine gefährliche Nähe. Nicht ge-

nug, daß der Erſchütterungskreis des mittelländiſchen Meeres ſich bisweilen bis in unſre Gegenden erweitert, daß ſogar der Hekla und die vulkaniſchen Heerde Islands uns bisweilen ihre Erſchütterungen fühlen zu laſſen ſcheinen, haben wir ſelbſt in unſerm deutſchen Norden ſelbſtändige Erdbebenzonen, deren Thätigkeit nur in neuerer Zeit mehr eingeſchlummert iſt. Bekannt iſt die vulkaniſche Gegend der Eifel, die ſich bis in die Nähe von Coblenz auf dem linken Rheinufer hinzieht. Dort finden ſich vulkanartige Kuppen, Lavaſtröme, Schlacken und Bimsſteine in ungeheuren Maſſen aufgehäuft; und die zahlreichen kreisförmigen Seen und Teiche, Maare genannt, müſſen wohl als Krater betrachtet werden. Das größte dieſer Maare iſt der Laacher See, rings von Schlackenhügeln umgeben, aus deren Spalten und Riſſen noch beſtändig ungeheure Mengen kohlenſauren Gaſes hervorquellen. Aber trotzdem iſt der See kein gewöhnlicher Krater. Wahrſcheinlich fanden hier nur, wie noch jetzt aus den Vulkanen der Anden, gasförmige Exploſionen ſtatt, welche die Trümmer umherſtreuten, ſo daß der See ſich durch Einſturz und Verſenkung bildete. Vielleicht waren ſie mit Exploſionen von Waſſer verbunden, wie die trichterförmigen Löcher, welche ſich in Kalabrien beim Erdbeben bildeten und Waſſer auswarfen, und deren Umgebungen ähnliche ſternförmige Riſſe zeigten wie der Laacherſee. In ſeiner Nähe ſtehen die baſaltiſchen Kuppen des Lierenkopfs, Engelerkopfs, Perlenkopfs und der Nurburg, deren Krater einſt ein noch ſichtbarer

Lavaſtrom entquoll. Weiterhin erheben ſich ähnliche Krater, die Kunksköpfe, der Steinberg, vor allem der Hochſimmer an der Nette, deſſen ſeitliche Ausbrüche die weiten Baſaltfelder von Niedermennig und Kottenheim gebildet zu haben ſcheinen. In der obern Eifel ragt der Vulkan von Gerolſtein hervor, aus deſſen keſſelförmigem Krater ſich ungeheure Lavaſtröme in das benachbarte Thal ergoſſen haben. Es kann ſomit kein Zweifel bleiben, daß auch Deutſchland einſt der Sitz gewaltiger vulkaniſcher Erſcheinungen war, welche ſogar in der jüngſten Erdbildungsepoche ſtattfanden, da ihre Producte noch die Braunkohlen durchbrochen haben. Die Erdbeben, welche noch immer beſonders die Rheingegenden heimſuchen, ſind Zeugen von dieſer unterirdiſchen Thätigkeit. Noch im Jahr 1846 wurde jene Gegend mehrmals erſchüttert, am heftigſten in den Abendſtunden des 28. Juli jenes Jahres. Der eigentliche Heerd jener Erſchütterung ſchien die Gegend des Laacherſees zwiſchen Rhein und Moſel zu ſein und die Richtung der Fortpflanzung vorzüglich dem Lauf der Moſel aufwärts, dem des Rheines abwärts zu folgen. Darum ſpürte man die Erſchütterungen noch bis Lüttich und Brüſſel, bis Mainz und Frankfurt, nach Oſten dagegen nur in geringerer Entfernung, weil die Weſergebirge und der Teutoburgerwald eine Grenze zu ſetzen ſchienen. Am heftigſten fühlte man die Wirkungen in Koblenz, Andernach und Neuwied. In Coblenz war der erſte Stoß ſo ſtark und von einem ſo erheblichen unterirdiſchen Getöſe begleitet, daß

die ganze Bevölkerung in Aufregung gerieth. Man ahnte ſo wenig ein Erdbeben, daß man alles Andre ſich eher dachte. Alles ſtürzte auf die Straße oder ſteckte den Kopf zum Fenſter hinaus, um ſich nach der Urſache zu erkundigen, die man draußen ſuchte, ſtatt unter den Füßen.

Zu allen neuen, ungewohnten Schreckniſſen kommen gewöhnlich noch unbegründete Befürchtungen, wie der Menſch immer im Unglück geneigt iſt ſich das Aeußerſte in ſeiner Phantaſie vorzuſtellen. Wer zum erſten Male die Wirkungen des Erdbebens fühlt, ſei es auch eines ganz ungefährlichen, der empfindet einen Eindruck, den er nie vergißt. In ſeinen feſteſten Ueberzeugungen ſieht er ſich erſchüttert, den Erdboden, den er feſt nannte, ſieht er wogen und wallen wie die beweglichen Fluthen des Waſſers. Er ahnt die Nähe einer geheimnißvollen Naturmacht, welche unſichtbar und augenblicklich die Ruhe und Ordnung der ganzen Natur ſtört. Ueberall glaubt er ihr nun zu begegnen, er traut ſelbſt dem Boden nicht mehr, den er betritt; denn es könnten ſich ja Schlünde unter ihm eröffnen und Vulkane dieſem Höllenboden entſteigen.

Auch in Ländern, wo, wie in China, in Chili, in Columbien, dieſe Naturbegebenheiten zu den gewöhnlichen Erſcheinungen gehören, wo drohende Gefahren, wilde Scenen des Schreckens und der Verwirrung zu Tagesgeſprächen werden, findet man die Empfindungen keineswegs ganz abgeſtumpft. Alles ſtürzt in wilder Verwirrung unter Wehklagen und

Angſtgeſchrei auf die Straßen; die Einen ſinken beſinnungslos nieder oder ſtrecken die Hände ſprachlos zum Himmel, die Andern flehen knieend in inbrünſtigem Gebet zu den Heiligen Selbſt in Mexico, wo die Erfahrung den friedlichen Charakter der dortigen Erdbeben kennen gelernt hat, ſtürzt man zu den öffentlichen Plätzen, weicht die Furcht und der Schrecken nicht eher von den Geſichtern, als bis der Stoß vorüber iſt. Dann kehrt Jeder gleichmüthig zu ſeinem Geſchäft zurück. In Columbien und auf dem Cordilleren-Rücken ſteigert ſich die religiöſe Aufregung oft bis zum Wahnſinn, der das Volk antreibt ſich ſelbſt in das Grab zu ſtürzen. In Caracas fanden am 26. März 1812 gegen 4000 Menſchen unter den einſtürzenden Gewölben der Kirchen, in welche ſie unwiſſende und fanatiſche Prieſter trieben, den Tod; und zu Kisljär am Kaukaſus wurden am 9. März 1830 über 500 Menſchen von den Trümmern des Tempels begraben, in den ſie ſich geflüchtet hatten. Dennoch mag auch das furchtbarſte Ereigniß durch die Dauer an Schrecken verlieren, wenn nicht der Aberglaube die Gemüther verwirrt. Die Gewohnheit gleicht Alles aus und vertilgt jede Furcht. An jenen ſo oft und täglich von Erdbeben erſchütterten Küſten von Peru, wo man weder Hagel noch Gewitter kennt, da erſetzt nur den rollenden Wolkendonner das unterirdiſche Getöſe, welches die Erdſtöße begleitet. Man weiß, daß gefahrbringende Erſchütterungen ſelten ſind, und ſo zollt man den ſchwächeren Schwankungen nicht mehr

Aufmerkſamkeit, als wir etwa einem Gewitter. Die Eingebornen jener oft Monate lang vom Regen vergeſſnen Länder wünſchen ſich ſogar Erdſtöße herbei, die ihren niedern Rohrhütten doch keinen Schaden bringen können und ihrem Glauben als Vorboten der Fruchtbarkeit und Regenmenge gelten.

Der deutſche Norden kennt das Schreckliche dieſer Erſcheinungen nicht, aber außer dem Bereiche vulkaniſcher Erſcheinungen liegt auch er nicht. Das lehren die Erdbeben, welche in früheren Zeiten auch in unſeren Gegenden geſpürt wurden. Das älteſte Erdbeben in den Küſtenländern der Oſtſee, von welchem die Geſchichte Kunde giebt, ereignete ſich der Lübecker Chronik zufolge am 23. Auguſt 1409 durch ganz Norddeutſchland zugleich bis hinauf nach Preußen. Ebenſo wurde Mecklenburg und ſeine Umgegend im Jahr 1628 und 1683 auf das Heftigſte erſchüttert. Das Erdbeben von Liſſabon 1755 wurde an der ganzen Oſtſeeküſte, vorzüglich bei Travemünde und an vielen Seen, dem Plauer-, Müritz-See und den ukermärkiſchen Seen empfunden. An den Ufern des Malchower Sees erhob ſich das Waſſer plötzlich 3—4 Fuß hoch, bedeckte die Haustreppen der nahe gelegnen Häuſer und ſenkte ſich dann 6—8 Fuß tief. Kähne wurden losgeriſſen und ſelbſt ſolche, die Jahre lang auf dem Grunde des Waſſers gelegen hatten, wurden in die Höhe gehoben und weggeführt. Am Ufer ſah es aus, als ob das Waſſer ſiedete, in der Mitte bemerkte man nur ein Heben und Sinken. In der

Stadt hatte man keinen Stoß bemerkt, wohl aber in der Stiftskirche. Aehnliche Erſcheinungen zeigten ſich in den Seen um Templin und ſetzten die am Ufer beſchäftigten Fiſcher in Lebensgefahr. Auch die Oder gerieth bei Garz eine halbe Stunde lang in Bewegung, ſie trat über ihre Ufer und riß Bauholz und Kähne mit den Pfählen fort. Auch das Erdbeben von Calabrien wurde 1783 in Mecklenburg geſpürt, und noch im Frühjahr 1841 erſchütterte ein Erdbeben den Boden von Jütland und Schleswig. Selbſt der furchtbare Ausbruch der isländiſchen Vulkane, welcher am 2. Sept. 1845 ſtattfand und am 12. Sept. mit vulkaniſcher Aſche, die durch die obern Winde von Island her ſüdöſtlich geführt ward, die über 400 M. entfernten Orkney-Inſeln überdeckte, ſcheint wenigſtens unſrer Atmoſphäre ſonderbare Einflüſſe mitgetheilt zu haben. Auf Jasmund in Rügen beobachtete man am 5. Sept. einen dort ganz unbekannten Grad der Durchſichtigkeit der Luft, auf welchen am 7. und 8. eine höchſt merkwürdige durchaus nicht nebel- oder höhenrauchartige Trübung der Luft erfolgte. Die Luft war unbewegt, die Meeresfläche ein vollkommner Spiegel, der Himmel wolkenlos. Nur ein feiner weißer Rauch ſchien die Luft zu durchziehen, der Jasmund ſchon auf 2 Meilen weit wie einen ſchwachen Nebelſtreif erſcheinen ließ, während es ſonſt 10—14 Meilen weit vollkommen ſichtbar iſt. Ob dieſe Erſcheinung mit dem Heklaausbruch in Verbindung ſtand oder nicht, laſſen wir dahingeſtellt.

Deutlich genug hat uns ſchon die Geſchichte die Frage beantwortet, ob auch der Bewohner des deutſchen Flachlandes Erdbeben zu fürchten habe. Erdbeben ſind unabhängig von der Natur der Gebirgsarten, in denen ſie ſich äußern. Selbſt in den lockerſten Alluvialſchichten von Holland, um Middelburg und Vliſſingen, ſind am 23. Febr. 1828 Erdſtöße empfunden worden. Schon ein Philoſoph des Alterthums, Seneca ſprach es aus, wozu ihn eine ins Herz geſchriebene Ahnung von der Allgemeinheit der Naturgeſetze trieb. Wir irren, wenn wir irgend einen Theil des Erdbodens von der Gefahr der Erdbeben ausgenommen glauben. Alle ſind demſelben Geſetz unterworfen. Nichts hat die Natur ſo gebildet, daß es unveränderlich wäre: das Eine fällt heute, das Andre morgen. Und gleichwie in großen Städten jetzt dies Haus, jetzt jenes ſich ſenkt, ſo nimmt auf dem Erdkreiſe jetzt dieſer Theil Schaden, jetzt ein andrer. —

Die Wirkungen heftiger Erdbeben ſind mit Recht die gefürchtetſten aller Schreckniſſe, furchtbarer als Feuer- und Waſſersnoth, ſelbſt wenn ſich zu beiden Stürme geſellen, und die tobende Windsbraut ſich der Flammen bemächtigt oder die Waſſerfluthen über die Ebne treibt. Den angebornen Glauben an die Ruhe und Unbeweglichkeit der feſten Erdſchichten vernichtet ein Augenblick; und wenn die Erſcheinung in ihrer Heftigkeit begonnen hat, ſo kann weder Erfahrung, noch Muth, noch Geiſtesgegenwart den Rettungsweg ausfindig machen. Das Furchtbare der Erſcheinung

bringt bei Menſchen und Thieren dieſelbe ängſtliche Unruhe hervor, und ſelbſt die Krocodile des Orinoco, wie Humboldt ſagt, ſonſt ſtumm wie unſre kleinen Eidechſen, verlaſſen den erſchütterten Boden des Fluſſes und eilen brüllend dem Walde zu. Die Zerſtörungen der Erdbeben werden noch dadurch vermehrt, daß ſie nicht bloß örtlich ſind; ſie erſchüttern vielmehr gleichzeitig große Provinzen. Ganze Städte mit ihren Bewohnern werden in einem Augenblicke von der Erde verſchlungen, die feſteſten Mauern zertrümmert; Berge entſtehen oder ſtürzen ein, ſelbſt das Klima einiger Gegenden, wie das von Quito, erleidet bedeutende und dauernde Veränderungen. Noch durch keine Kraft wurde in ſo wenigen Stunden, ja Sekunden eine größere Anzahl von Menſchen getödtet. 200000 M. kamen in Kleinaſien und Syrien im Jahre 526 ums Leben, 60000 in Sicilien im J. 1693; bei dem Erdbeben von Quito 1794 fanden 40000 M. ihren Tod und eben ſo viele bei dem von Riobamba 1797. Noch das neueſte Ereigniß, welches das ſo oft von dieſen Schreckniſſen heimgeſuchte Syrien 1822 verwüſtete, verwandelte in einer Nacht 18 Städte, jedes einzelne Dorf, jede einzelne Hütte in Schutthaufen, ſo daß wenigſtens 20000 Menſchen umkamen und noch mehrere aufs Schrecklichſte verſtümmelt wurden. Bei dem Erdbeben von Liſſabon wurden ferne Quellen in ihrem Lauf unterbrochen: die Töplitzer Thermen verſiegten und kehrten, Alles überſchwemmend, von Eiſenocker gefärbt zurück. In Cadix erhob ſich das Meer

zu 60 Fuß Höhe, und in den Antillen ſtieg die Fluth tintenſchwarz plötzlich 20 Fuß hoch auf. Flammen und Rauchſäulen ſtiegen aus den Spalten der Felſen von Alvidras bei der Hauptſtadt auf. Bei dem Erdbeben von Chili im J. 1835 wich das Meer unſern Talcalmana ſo weit zurück, daß alle Felſen der Bucht ſichtbar wurden. Plötzlich aber kehrte eine ungeheure Woge zurück und bedeckte die Ufer 28 Fuß über die Höhe der höchſten Springfluth. Kaum entgingen die Einwohner dem Wellengrabe. Im Miſſiſippithale wurden 1812 heiße Dämpfe ausgeſtoßen, und im Magdalenenthale Nov. 1827 durch Ausbrüche von kohlenſaurem Gaſe faſt alle in Erdhöhlen lebenden Thiere erſtickt und ſogar die weidenden Heerden bedeutend beſchädigt. Bei dem Erdbeben von Riobamba wurde aus zahlloſen Spalten, über welchen ſich kleine fortſchreitende Kegel erhoben, ein ſonderbarer zerſetzter ſchlammartiger Tuff ausgeſtoßen, der zugleich Kieſelpanzer von Infuſorien und eine ſolche Menge fein zertheilter Kohle enthält, daß er unter dem Namen Moya als Brennmaterial benutzt wird. Oft erhalten ſich die Spalten, in welche die Felſendecke zerreißt, Jahrtauſende lang. Bekannt iſt der Felſen an der Küſte von Gaeta, welcher der Sage nach im Todesjahre Chriſti von oben bis unten geſpalten wurde, und der noch heute ein Gegenſtand der Ehrfurcht für manchen Schiffer iſt. Gewöhnlich aber ſchließen ſich die Klüfte ſogleich wieder und verſchlingen Thiere und Menſchen, Bäume und Häuſer. In China kamen auf

dieſe Weiſe 4000 Menſchen um. In Liſſabon verſchwand der ſchöne Quai, der mit unermeßlichen Koſten von Marmorblöcken erbaut war, ſammt allen Tauſenden der Bewohner, die hier Sicherheit geſucht hatten, für immer und ſpurlos in den Schooß der Erde. Bisweilen ſchließen ſich die Spalten mit einer wahrhaft ſchauderhaften Heftigkeit, die Alles in ihrem Bereiche zermalmt; bisweilen öffnen ſie ſich von Neuem, um den verſchlungenen Raub, von Waſſerſtrömen begleitet, unbeſchädigt zurückzugeben.

Das ſind die furchtbaren Thaten dieſer Kraft, welche Städte zertrümmert und die Bewohner unter Trümmern begräbt, Häfen zerſtört und Straßen unwegſam macht, fruchtbare Thäler in Seen verwandelt oder mit den Trümmern der Berge bedeckt. Wohl iſt ſie eine Quelle des Schreckens und des Todes. Aber ſie zerſtört nicht bloß, ſie baut auch auf, ſie bedroht nicht bloß, ſie ſichert und ſchützt auch. Sie ſetzt der auflöſenden und ebnenden Kraft der Gewäſſer eine Grenze und ſichert das Feſtland vor dem Untergang.

Wie gewaltig und großartig aber auch die eben geſchilderten Wirkungen der Erdbeben ſein mögen, für uns haben hier diejenigen Veränderungen das meiſte Intereſſe, welche durch ſie die Erdoberfläche ſelbſt erleidet. Zwar mögen in den früheren Zeitaltern, welche der erſten Bildungsepoche des Erdkörpers noch näher ſtanden, ſolche Veränderungen großartiger, gewaltſamer, weiter verbreitet geweſen ſein als jetzt; aber

die noch heute durch heftige Stöße bewirkten sind wenigstens erhabne Abbilder jener. Wenn wir große Landstrecken sich aus der Tiefe erheben, andre sich senken sehen, so ist uns wenigstens ein Schluß auf die Größe dieser Erdkraft erlaubt. Am 19. Nov. 1822 wurde die Küste von Chili durch ein furchtbares Erdbeben in der Länge von 1200 englischen Meilen heimgesucht und St. Jago und Valparaiso gänzlich zerstört. Am andern Morgen zeigte es sich, daß die ganze Küste um Valparaiso auf mehr als 100 Meilen Länge um 3—4 Fuß über ihr früheres Niveau emporgehoben war. Ein Theil des früheren Seebettes blieb bei hoher Fluth trocken, der Ankergrund im Hafen war seichter geworden, und ältere Strandlinien waren emporgehoben und kamen zum Vorschein. Bis 2 Meilen vom Ufer erstreckte sich die Erhebung, und das ganze Festland, dessen Fläche der Hälfte von Frankreich an Größe gleichkommt, war 5—7 Fuß emporgestiegen. Am 20. Febr. 1835 begann mit heftigen Erdstößen eine neue Revolution, welche sich nicht bloß über den Küstenstrich, sondern auch über einen Theil der Cordillerenkette ausdehnte, von Lavaergüssen des Osorno begleitet wurde und ihre Wirkungen bis zur Insel Juan-Fernandez verbreitete. Wieder war eine Erhebung der Meeresküste von 4—5 Fuß die Folge, welche aber binnen 6 Wochen auf 2 Fuß herabsank. Ueberhaupt scheint Chili sehr häufig selbst in historischer Zeit solche Niveauveränderungen erlitten zu haben. Nach Darwins Untersuchungen zei-

gen ſich wenigſtens 5 Terraſſen älterer Küſten, und die ganze Erhebung des Feſtlandes beträgt an manchen Stellen 1000—1500 Fuß, durchſchnittlich immer 400—500 Fuß. Kann nun aber auch hier die Wirkung vulkaniſcher Kräfte nicht in Abrede geſtellt werden, ſo hat man es doch bei einem ähnlichen Phänomen, der langſamen und noch immer fortdauernden Erhebung Schwedens verſucht; doch iſt jeder Verſuch einer andern, nicht auf die vulkaniſche Reaktion des Erdinnern gegründeten Erklärung bisher erfolglos geblieben. Denn weder an den ſüdlichen deutſchen, noch an den weſtlichen däniſchen Küſten der Oſtſee iſt ein ähnliches Steigen des Feſtlandes bemerkt worden, welches doch nothwendig eintreten müßte, wollte man die Erhebung Schwedens als nur ſcheinbar anſehen und aus dem Sinken des geſammten Oſtſeeſpiegels herleiten. Vor faſt 100 Jahren zuerſt durch Celſius auf dieſe merkwürdige Erſcheinung hingewieſen, kann man es nunmehr für eine entſchiedne durch L. v. Buch feſtgeſtellte Thatſache anſehen, daß der ganze Küſtenrand Skandinaviens von Friedrichshall bis Abö in Finnland ſich langſam über den Meeresſpiegel erhebt und während der hiſtoriſchen Zeit wenigſtens um 200 Fuß geſtiegen iſt. Die Hebung nimmt ſichtbar nach Süden zu ab und iſt an den Küſten Schonens unmerklich, dagegen tritt ſie noch deutlich bei Stockholm und am ſtärkſten in der Gegend von Tornea auf, wo innerhalb 30 Jahren gegen eine Meile breites Küſtenland vom Waſſer befreit wurde. Es ſcheint, als wenn

40 Zoll Steigung die Mittelzahl eines Jahrhunderts angiebt. Indeß kann die Hebung nicht immer gleichmäßig zugenommen haben, es müſſen auch Senkungen wieder eingetreten ſein, wie andre Thatſachen, namentlich eine 60 Fuß unter der jetzigen Oberfläche bei Stockholm aufgefundne Fiſcherhütte, welche urſprünglich am Meeresufer ſtand, ſo wie der Hylöſeholm, auf welchem 1473 die Stadt Gothaham erbaut wurde, und der jetzt faſt im Spiegel des Meeres liegt, beweiſen. Daraus würde hervorgehen, daß Schweden abwechſelnd ſich hebe und ſenke, oder wenigſtens früher auch einmal ſich geſenkt habe; und dieſe Annahme wird durchaus zuläſſig, da dieſelbe ſonderbare Erſcheinung an der Küſtenſtrecke der Bai von Bajae bei Pozzuoli, wo der vielbeſprochne Serapistempel ſteht, aufs Beſtimmteſte nachgewieſen iſt. Der Fußboden dieſes Tempels wird beim höchſten Waſſerſtand einen Fuß hoch vom Meere bedeckt. 3 marmorne Säulen ſtehen noch aufrecht, und dieſe haben bis 12 Fuß von unten aufwärts eine völlig glatte, unbeſchädigte Oberfläche. Darauf aber folgt ein 12 Fuß hoher Gürtel von Löchern der Bohrmuſcheln, welche lange gearbeitet haben müſſen, weil die Löcher groß, tief und zahlreich ſind. Wollen wir dieſe Verhältniſſe erklären, ſo müſſen wir nothgedrungen annehmen, daß bei Erbauung des Tempels der Fußboden höher gelegen haben müſſe als jetzt, wo ihn der hohe Waſſerſtand überſchwemmt, daß er in einer ſpätern Zeit 24 Fuß unter der Meeresfläche gelegen haben müſſe, weil

ſonſt die Bohrmuſcheln die aufrechtſtehenden Säulen nicht bis zu 24 Fuß über dem Pflaſter hätten anbohren können und daß dieſer tiefe Stand lange genug gedauert haben müſſe, damit eine ſo harte Arbeit von dieſen Thierchen vollbracht werden konnte, daß endlich eine letzte Veränderung des Waſſerſtandes vorgegangen ſein müſſe, welche die Ruinen des Tempels in die Lage brachte, in welcher wir ſie jetzt ſehen. Wahrſcheinlich iſt es, daß das Verſinken des Landes durch den Ausbruch der benachbarten Solfatara 1198, die Wiedererhebung durch den Ausbruch des Monte nuovo 1538 bewirkt wurde.

Sahen wir bis jetzt nur ruhige Feſtländer durch unterirdiſche Kräfte emporgehoben, ſo werden wir jetzt auch furchtbare Vulkane den geöffneten Schlünden der Erde entſteigen ſehen.

Ein ſolches großartiges, erſtaunenswürdiges Ereigniß zeigt uns die Entſtehung des neuen mexikaniſchen Vulkans Jorullo zwiſchen den Feuerbergen von Toluca und Colima. Den Schauplatz dieſer Erſcheinung bildete eine von Baſaltbergen umgebene reichbebaute Ebene von 2400 Fuß Höhe über dem Meere. Im Juni des Jahres 1759 vernahm man dort ein furchtbares unterirdiſches Getöſe, von häufigen Erdſtößen begleitet, das 50 — 60 Tage dauerte. Im September ſchien Alles ruhig, da ertönt in der Nacht vom 28. — 29. Sept. neuer Donner; die ganze Ebene, 4 QM. groß, erhebt ſich gleich einem Gewölbe, am Rande 36, in der Mitte gegen 500 Fuß hoch. Noch jetzt

erkennt man in den zerbrochnen Felsſchichten die Grenzen dieſer Erhebung. Eine von vulkaniſchem Feuer durchglühte Aſchenwolke beleuchtete das furchtbare Schauſpiel. Die erweichte Erddecke ſchwoll an, wie ein ſturmbewegtes Meer; rings brachen Flammen hervor, und glühende Felsmaſſen wurden zu ungeheurer Höhe emporgeſchleudert. Aus den Spalten, in die das Gewölbe zerriß, erhoben ſich kleine Kegel von 6—10 Fuß Höhe, von den Eingebornen Oefen (Hornitos) genannt, die noch zu Anfang unſers Jahrhunderts dicken Rauch ausſtießen. Inmitten dieſer Oefen ſind aus einem größeren Riſſe ſechs 20 Fuß hohe Trümmerhaufen emporgeſtiegen und unter ihnen auf gleicher Linie der Hauptvulkan Jorullo, mit einer Höhe von 1500 F. Dieſer ſtand vom Augenblick ſeiner Geburt an bis zum Februar 1760 unaufhörlich in Flammen und bedeckte mit ſeinen emporgeſchleuderten Maſſen von Lava und Aſche eine Gegend von 48 Meilen Halbmeſſer. Zwei Flüſſe, welche früher die fruchtbare Ebene bewäſſerten, verloren ſich in der erſten Unglücksnacht; ſtatt ihrer ſieht man jetzt weiter gegen Weſten aus den Spalten des aufgetriebenen Bodens 2 heiße Quellen hervorbrechen. Mit der Natur iſt auch der Name des Landes verwandelt. Sonſt hieß es los Paſtos, die Weiden, jetzt Malpays, das böſe Land. — Eine ähnliche, nur minder großartige Erſcheinung ereignete ſich im Jahre 1538 bei Pozzuoli am Golf von Neapel. Zwei Jahre lang hatten ſchon Erdbeben dieſe Gegend erſchüttert, als am 28. Septbr. zwiſchen dem See Averno, dem

Monte Barbaro und der Solfatara Flammen aus der Erde hervorbrachen; Spalten entstanden im Boden und warfen Wasser aus, das Meer wich auf 200 Schritte vom Ufer und ließ den trocknen Grund sehen. Am 29. öffnete sich dicht am Meere ein Schlund, aus welchem unter lautem Donner Rauch, Flammen, Schlamm und Felsmassen ausgeworfen wurden. So entstand in 2 Tagen ein Berg von 413 Fuß Höhe und 8000 Fuß Umfang am Grunde, der Monte Cenere oder M. nuovo. Als die Auswurfserscheinungen aufhörten, bestieg man den Berg und fand auf seiner Höhe eine trichterförmige Oeffnung, einen Krater. So erscheint er noch jetzt.

Haben uns diese beiden Ereignisse Aufschlüsse über die Entstehung von Vulkanen mit offnen Kratern gegeben, in denen eine bleibende Verbindung des Erdinnern mit der Atmosphäre errungen ist, so vermögen doch nicht immer die empordringenden Gewalten diese Verbindung herzustellen. Oft werden durch sie nur einzelne Theile unsrer Erdrinde zu ungeöffneten, domförmigen Massen emporgehoben oder die gehobenen Schichten durchbrochen und so nach Außen geneigt, daß auf der innern Seite ein steiler Felsrand sich bildet. Dies sind die Erhebungskrater, wie sie uns viele Berge des Festlandes und vorzugsweise viele Inseln aufweisen. Unter den Erhebungskratern des Festlandes zeichnen sich die vulkanischen Ketten der Puys in der Auvergne, der Puy de Dôme, der Puy de Chopine mit dem ihn halbmondförmig umgebenden Puy des Gouttes, die Gruppen des Mont d'Or, des Can-

tal und die des Velay und Vivarais aus. Die ähnlich gebildeten Inſeln zeigen immer eine mehr oder minder vollkommne Kegelgeſtalt, indem ſie von den Küſten aus ringsum gleichförmig bis zum höchſten Punkt aufſteigen, aber immer in der Mitte, wo man den Gipfel erwarten ſollte, eine tief eingreifende keſſelförmige Vertiefung zeigen, an deren hohen und jähen Abſtürzen im Innern die Köpfe der aufeinander liegenden aufſteigenden Schichten hervortreten. Die zackigen Wände des Keſſels, welchen die Spanier der canariſchen Inſeln la Caldera nennen, ſtürzen oft plötzlich von der anſehnlichſten Höhe faſt bis zur Meeresfläche ab, und gewähren einen eigenthümlichen wilden Anblick. Häufig ſind dieſe Abhänge von vielen ſchmalen, tief eingeriſſnen Schluchten, den Barancos der Spanier, zerſpalten, welche ringsum ſtrahlenförmig vom Mittelpunkt ausgehen und ſchroff und ſteil abgeriſſen ſind. Selten ſtehen die Barancos mit dem Innern der Caldera in Verbindung, nnd bei den meiſten Inſeln dringt nur ein Baranco in den Keſſel. Das Ganze erſcheint als das Werk einer gewaltigen Kraftäußerung aus dem Innern der Erde, die große Inſeln zu bedeutenden Höhen erheben kann und erhoben hat. Ein ſenkrechter Stoß von unten nach oben trieb die Geſteinlagen, welche den vormaligen Meeresgrund bildeten, hoch empor. Dieſe mußten berſten, wo die Kraft am heftigſten wirkte, und ſich wie ein Mantel rings um das Centrum der Erhebung aufrichten, ſie mußten ſtrahlenförmig vom Mittelpunkt aus aufgeriſſen werden und die Barancos

erhalten, ſie mußten in der Mitte den Krater, die Caldera bilden. Wenige dieſer Inſeln mögen an Schönheit und Deutlichkeit dieſer Verhältniſſe mit der canariſchen Inſel Palma zu vergleichen ſein, auf welcher der Boden der Caldera 2000 Fuß über dem Meere 1 Meile im Durchmeſſer hat, und deren furchtbar zerriſſne Wände über ihr eine ſenkrechte Höhe von 4—5000 Fuß erreichen. Daß aus der Mitte des Erhebungskraters, wo den durchbrechenden Kräften der geringſte Widerſtand zu überwinden bleibt, allmählig ein neuer Kegel, der den innern Raum der Caldera ausfüllt, emporſteigen und zum dauernden Vulkan werden könne, iſt eine Erfahrung, welche am deutlichſten und überzeugendſten der Pic von Teneriffa gewährt, an deſſen Abhängen man die Ränder der alten Caldera als einen prachtvollen Halbkreis von Felswänden an der Südſeite wahrnimmt, ein Amphitheater bildend, von wo aus man den letzten großen Kegel des Pic erſt in ſeiner Größe und ſymmetriſchen ſchlanken Geſtalt ſieht. Aber auch in hiſtoriſcher Zeit hat man dergleichen Erhebungserſcheinungen im Meere mit eignen Augen anſchauen, Inſeln auftauchen und oft wieder verſchwinden ſehen können. Im Jahre 1795 bemerkte man an einem vereinzelt im Meere liegenden Felſen in den Aleuten, weſtlich von Unalaſchka, Dampf, welcher dieſen Felſen umhüllte. Als im Jahre 1800 ſich die furchtſamen Einwohner wieder in ſeine Nähe wagten, fanden ſie ſtatt des ihnen wohlbekannten Felſen eine Inſel in Geſtalt eines Piks, welcher Dampf ausſtieß. Bis

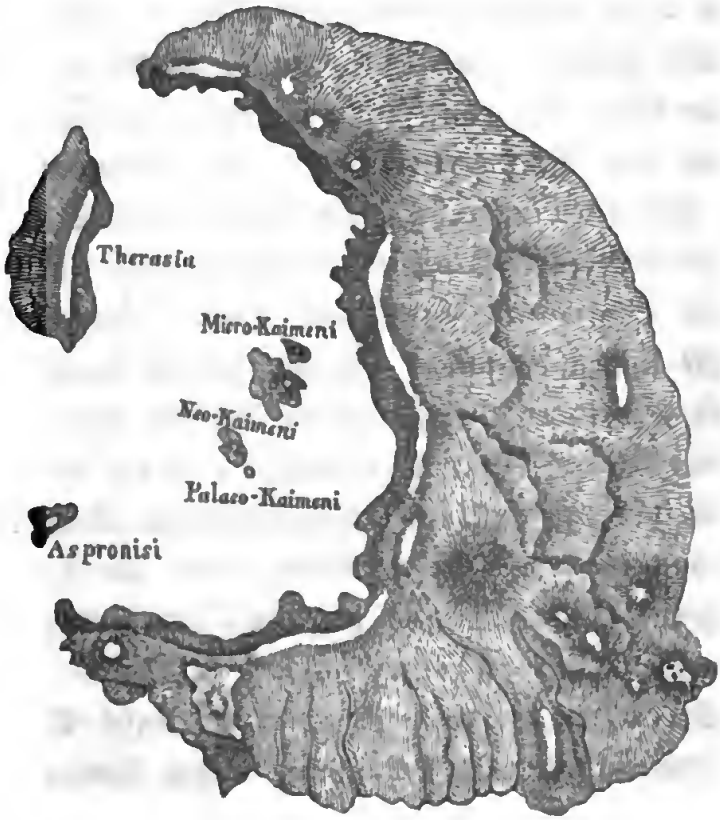
zum Jahre 1802 wurde Unalaſchka unaufhörlich von Erdſtößen erſchüttert. Da hörte plötzlich das Brennen des neuen Vulkans auf, und nur der Vulkan von Unalaſchka wüthete deſto heftiger. Bald darauf aber brannte dieſer, der Vulkan auf der Inſel Umnak und der neue Vulkan abwechſelnd. Im J. 1806 hatte die neue Inſel einen Umfang von 4 geogr. Meilen und einige 1000 Fuß Höhe. Ein ähnlicher Ausbruch im Meere von Unalaſchka erfolgte im J. 1814, und abermals ſtieg eine Inſel empor von bedeutendem Umfang und mit einem Pik von 3000 F. Höhe.

Auch in den Meeren des griechiſchen Archipelagus ſind ähnliche Inſelerhebungen beobachtet worden. Schon Ovid erzählt in maleriſcher Weiſe, daß auf der Halbinſel Methone durch die Gewalt verſchloſſner Dämpfe ein Berg wie eine Blaſe erhoben worden ſei, ein Beweis, daß Vorſtellungen dieſer Art ſchon im Alterthum verbreitet waren. Einen Hügel, ſagt Ovid, ſieht man bei Trozene, ſchroff und baumlos, einſt eine Ebene, jetzt ein Berg. Die in finſtere Höhlen eingeſchloſſnen Dämpfe ſuchen vergebens eine Spalte als Ausweg. Da ſchwillt durch der eingezwängten Dämpfe Kraft der ſich dehnende Boden wie eine luftgefüllte Blaſe empor; er ſchwillt wie das Fell eines zweigehörnten Bockes. Die Erhebung iſt dem Orte geblieben, und der hoch emporragende Hügel hat ſich im Laufe der Zeit zu einer nackten Felsmaſſe erhärtet.

Am merkwürdigſten iſt aber die Inſel Santorin, welche wiederholt der Schauplatz ſolcher Ereigniſſe ge-

weſen iſt. Halbmondförmig umſchließt Santorin mit ſehr ſteil gegen das Innere abfallenden Wänden faſt zwei Dritttheile einer kreisförmigen Bucht, deren übriger Theil durch die langgeſtreckten kleineren Inſeln Therasia und Aſpronisi geſchloſſen wird. Das Ganze gleicht den ringförmigen Umgebungen eines alten und nur an 3 Stellen vom Meere unterbrochnen Kraterrandes; und daß es wirklich dafür angeſehen werden muß, dafür bürgen die in ſeinem Innern oft erfolgten Erſcheinungen vulkaniſcher Ausbrüche und das damit verbundne Emporſteigen neuer Inſeln.

Die Inſel Santorin.



Die Geſchichte dieſer Erhebung iſt deswegen beſonders lehrreich, da hier ohne Zweifel keine Aufſchüttung durch förmliche Ausbrüche ſtattfand, ſondern der Meeresboden ſelbſt mit Auſter- und Muſchelbänken allmählig in abwechſelnden Perioden der Aufregung und Ruhe aus der Tiefe ſtieg. Im Jahre 197 v. Chr. begannen nach den Berichten alter Schriftſteller die vulkaniſchen Geburtswehen dieſes Meereskraters. Unter heftigen Erdbeben ſtieg in der Mitte des Golfs Hiera, das heilige Eiland, oder Paleokaimeni hervor. Vier Tage lang entſtrömten Flammen dem Meere und kochten und ſiedeten die Fluthen. Das Jahr 19 v. Chr. ſah eine neue Inſel Thia erſcheinen, nur 250 Schritt von der erſten entfernt, mit der ſie ſich wahrſcheinlich ſpäter vereinigte. Die Jahre 726 und 1427 n. Chr. vergrößerten durch neue Ausbrüche Paleokaimeni. Im Jahre 1573 entſtand mitten im Becken Mikrokaimeni unter gewaltigen Ausbrüchen von Rauch und Bimsſteinſchlacken. Im Jahre 1650 erneute ſich der Verſuch der Inſelbildung, aber vergeblich. Nach heftigen Erdbeben und donnerähnlichen Entladungen erhob ſich aus ſpiegelglatter See eine glänzend weiße Bimsſteininſel, aus welcher bald ein dichter Rauch emporſtieg, welchem monatelange furchtbare Erſchütterungen des Meeres und der umliegenden Inſeln folgten. Nach Jahresfriſt verſchwand das Eiland unter dem nagenden Zahn der anſtürmenden Fluthen. Mit erneuter Kraft, furchtbarer denn je, brachen die Mächte der Tiefe ein halbes Jahrhundert ſpäter hervor. Sie ſchufen eine

neue Inſel Neokaimeni in den Jahren 1707—11 unter einer merkwürdigen Folge von Erſcheinungen, an einer Stelle, die vorher 400 Fuß Tiefe zeigte. Die Inſel beſtand anfangs aus zwei Theilen, einer weißen Bimsſteininſel und einer ſchwarzen Trachytklippe, die langſam ohne Erſchütterung, Getöſe oder Flammen aus dem Meere aufſtiegen und noch Auſtern auf ihrer Oberfläche trugen. Allmählig erhitzte ſich bei Vereinigung beider Inſeln unter fortdauernder Erhebung derſelben das Waſſer, und endlich entſtand auf dem Hügel ein Krater, der Flammen, Aſche und Laven ausſpie und längere Zeit tobte, ſo daß er ſelbſt nach ſeinem letzten Ausbruche am 14. Septbr. 1711 noch ein Jahr lang Dampf ausſtieß. In dieſem Augenblicke erhebt ſich zur Seite von Mikrokaimeni eine neue Inſel. Schon der franzöſiſche Reiſende Olivier wurde zu Ende des vorigen Jahrhunderts von Fiſchern darauf aufmerkſam gemacht, daß der Seeboden in der Nähe des Hafens von Thera ſeine Form verändert habe. Früher unergründliche Tiefen ließen die Sonde ſchon bei 40 F. Grund finden. Im Jahre 1829 fanden Virlet und Bory nur noch 9 F. Tiefe und der Admiral Lalande 1835 nur noch 4 Fuß. Es zeigte ſich eine Trachytwand von 200 Fuß Durchmeſſer, die ringsum plötzlich zu jäher Tiefe abfiel. So ſteht jeden Augenblick die Erſcheinung einer neuen Inſel über der Meeresfläche zu erwarten.

Während die Erhebung von Santorin offenbar den urſprünglichen Meeresboden an die Oberfläche

brachte, und ſomit nicht aus Aufſchüttung um einen Krater hervorgehen konnte, ſo ſind dagegen wieder andere Erſcheinungen von vulkaniſchen Inſeln im Meere wahre Ausbrüche untermeeriſcher Vulkane und die Inſeln ſelbſt das Reſultat der Aufſchüttungen von Schlacken und Aſchenmaſſen, die auch gewöhnlich bald wieder vom Meere zerſtört werden. Am genaueſten bekannt und erforſcht iſt der Ausbruch der Inſel Ferdinandea oder Julia an der Südweſtküſte von Sicilien, zwiſchen Sciacca und der Inſel Pantellaria, im Juli 1831 beobachtet. Heftige Erdſtöße hatten 5 Tage lang Sciacca und die ganze Südküſte Siciliens in Schrecken verſetzt, aber Niemand ahnte ihre Bedeutung. Das Meer wallte plötzlich auf und brauſte mit donnerähnlichem Getöſe, todte Fiſche und feinporöſe, lichtgraue Schlackenſtücke führten die Wogen weithin in zahlloſer Menge. Endlich entſtrömten dem Meere 8 Meilen von Sciacca leichte weiße Rauchwolken, die allmählig dichter und dichter wurden und endlich im Innern eine mächtige Aſchengarbe zeigten, die bei Tage ſchwarz, bei Nacht leuchtend war. Immer ſtärker rollten die Donner, immer ſchneller folgten die Stöße und die furchtbaren Stein- und Aſchenregen, als endlich am 16. Tage der Erſcheinung ſich den ahnungsvoll harrenden Küſtenbewohnern eine dunkle Inſel enthüllte, die ſich aus dem Meeresſchooße erhob. Lange dauerte es, ehe die Wuth der entfeſſelten Elemente den Zutritt zu dieſem wunderbaren Emporkömmling geſtattete. Zwei Monate nach ſeiner Geburt am 25. Aug. betrat zuerſt der Fuß des

Menſchen dies Eiland, dem man zu Ehren des Königs von Neapel den Namen Ferdinandea beilegte. Man fand einen kegelförmigen Hügel, deſſen Umfang über 2000 Fuß betrug, und der auf der nördlichen Seite 200, auf der ſüdlichen 30 — 40 Fuß hoch war. Im Innern zeigte ſich ein Krater von 180 Fuß Durchmeſſer, angefüllt mit faſt kochendem, von Eiſenchlorid gelbroth gefärbtem Waſſer. Nach und nach änderte ſich das Anſehen der neuen Inſel; denn preisgegeben dem ſtürmiſchen Wellendrang, vermochten die pulverigen Maſſen und loſen Schlacken, aus deren Aufſchüttung ſie beſtand, nicht lange zuſammenzuhalten. Unterwühlt und zerwaſchen verſchwand die Inſel in den Fluthen, ehe der Streit über ihren Beſitz unter den Völkern entſchieden war. An ihrer Stelle iſt eine nur mit 8 Fß. Waſſer bedeckte felſige Untiefe zurückgeblieben, deren zackige Spitzen den Korallen zum Wohnſitz dienen und dem Schiffer Gefahr drohen. Die Erſcheinung dieſer Inſel hatte eigenthümliche und nicht unwichtige Beſorgniſſe für den Völkerverkehr erregt. War es nicht möglich, daß ſie der erſte ſichtbar gewordene Punkt einer mächtig emporſteigenden Gebirgskette ſei, welche Sicilien mit Afrika verbinden und einen Riegel durch die uralte Straße der Völker, das Mittelmeer, ſchieben würde? Ihr Untergang hat die Furcht zerſtreut, aber nicht grundlos gemacht. Allerdings zeigt ſich in dieſem ſchnellen Verſchwinden und in der Art der Zuſammenſetzung ein großer Unterſchied von den vulkaniſchen Centralkernen der Inſelgruppe von Santorin, die ebenſo feſt dem

Spiel der Wogen widerſtehen, als alle andern Felsarten, weil ſie nicht, wie die Inſel Ferdinandea und mehrere ihres Gleichen, aus loſen Auswürflingen aufgeſchüttet ſind. —

So zeigen ſich in dreifacher Weiſe die empordrängenden Gewalten des Erdinnern wirkſam. Wir ſahen ſie einmal in den Erdbeben den Boden erſchüttern, dann ihn emporheben, plötzlich und gewaltſam, wie beim Jorullo und der Küſte von Chili, oder langſam und ununterbrochen, wie bei Schweden; endlich ſahen wir ſie die gehobenen Schichten durchbrechen, wie bei den Erhebungskratern und den aus dem Meere auftauchenden neuen Inſeln. Wird bei dieſer Durchbrechung der Erdſchichten eine bleibende Verbindung zwiſchen dem Erdinnern und der Atmoſphäre errungen, ſo entſteht ein eigentlicher Vulkan. Die Vulkane ſind die Sicherheitsventile der Erde, aus denen die innere Gluth, wenn ſie den höchſten Grad ihrer Spannung erreicht hat, ausbrechen und austoben kann. Sind ſie verſchloſſen, ſo drohen furchtbare Verwüſtungen, wie wir ſie in den Erdbeben kennen lernten, den Ländern. Ueber die ganze Oberfläche der Erde ſind die Vulkane verbreitet, thätige oder erloſchene, wenn wir einen ſolchen Unterſchied machen wollen, der in der Natur nicht begründet iſt; denn auch der Veſuv galt zu Plinius' Zeiten für erloſchen, und Viehheerden weideten in ſeinem Krater. Iſolirt oder in Gruppen und Reihen ragen ſie aus den Ebenen, ſelbſt aus dem Meere hervor; am liebſten aber folgen ſie auf dem Feſtlande dem durch

andre größere Bergreihen vorgezeichneten Zuge. In einigen Theilen der Kordilleren und in der Auvergne bilden ſie ſogar die höchſten Gipfel des Gebirges, ſich unmittelbar aus ſeiner granitiſchen Unterlage erhebend. Häufiger aber laufen ſie den Gebirgszügen nur parallel, oder treten aus den Abhängen neben der Hauptkette hervor und folgen allen ihren Biegungen. Die mehrere hundert Meilen ausgedehnten Vulkanreihen von Java und den Molucken, von Neuholland und Kamtſchatka, die Vulkane Guatimalas, Weſtitaliens und der griechiſchen Inſeln ſind ſprechende Beiſpiele. Die Nähe des Meeres ſcheint aber für die Vulkane keineswegs eine nothwendige Bedingung ihres Beſtehens zu ſein, wie man lange glaubte. Die Betrachtung der Vulkane Mexico's und des Innern Aſiens, des Pe-ſchan und Ho-tſcheu in der Kette des Thian-ſchan, wenn man chineſiſchen Nachrichten trauen darf, laſſen ſie vielmehr als einen Umſtand erſcheinen, der einen andern Grund haben muß. Bei näherer Betrachtung finden wir nämlich Vulkane nur dann dicht an Meeresküſten, wenn der Gebirgszug, dem ſie folgen, ſich ebenfalls dem Meere nähert. Hierin ſcheint auch die Gruppenvertheilung der Vulkane ihre Erklärung zu finden. Vulkaniſche Kräfte hatten das jetzt trockne Land größtentheils allmählig gehoben, darum ſchweigt hier ihre Thätigkeit. Sie hatten aber auch die feſte Erdrinde zerriſſen und aus Spalten feurigflüſſige oder zähe Maſſen emporgedrängt, welche jetzt unſre plutoniſchen Gebirge bilden. In der Richtung dieſer Spal-

ten fand daher die den Vulkan emportreibende Kraft den geringſten Widerſtand, darum ſuchte ſie die Nähe der älteren Gebirge als Schauplatz ihrer ſchöpferiſchen Thätigkeit. Im Meere und in der Ebene aber fehlten ſolche Wegweiſer den treibenden Dämpfen. Hier, wo die Erdrinde noch nicht von früheren Erhebungen geſpalten war, mußte ſie erſt durch Dämpfe zerriſſen werden, und daher ſtehen in den ebenen oder hügeligen Gegenden die Vulkane vereinzelt und ohne Beziehung zu den nächſten Bergketten. Daß aber auch hier die Vulkane in der Regel Reihen bilden, ſpricht deutlich für die Annahme ihres Emporſteigens aus linearen Spalten.

Wenn der Drang der unterirdiſchen Mächte mit furchtbarer Gewalt Theile des Erdbodens domförmig emportreibt, oder die gehobenen Schichten durchbricht und ſo nach außen neigt, daß ſie nach innen mit ſteilen Felsrändern einen Keſſel bilden, ſo entſteht ein Erhebungskrater. Eine lange gefeſſelte Kraft war thätig, aber ſie hat ſich durch die gewaltige Anſtrengung erſchöpft, die gehobne Maſſe ſinkt wieder zurück und verſchließt ſogleich die nur für dieſe eine Kraftäußerung gebildete Oeffnung. Es entſteht kein Vulkan. Aber nicht immer erſchöpft ſich die hebende Kraft, neue Auftreibungen erfolgen, aus deren Oeffnungen neue Auswurfsſtoffe aus der Tiefe emporgeſchleudert werden, die ſich in der Caldera des Erhebungskraters anſammeln und kegelförmig aufhäufen. So entſteht der Auswurfskrater, durch deſſen Mündung das Erdinnere mit der

Atmoſphäre communicirt. Bisweilen bleiben die Zeugen des erſten Ausbruchs ſtehen und umgeben den iſolirten Kegelberg mit einem hohen Felſenmantel. Bisweilen iſt von dieſem Kranze keine Spur mehr ſichtbar, und der Vulkan ſteigt als Kegel oder als langgedehnter Rücken, wie der Pichincha, aus der Hochebene auf. Die Caldera iſt dann von den Auswurfsſtoffen ausgefüllt, der Unterſchied beider Krater verlöſcht, und der Erhebungskrater trägt den Auswurfskrater auf ſeinen Ringwällen. Der Kegel, welcher den Auswurfskrater trägt, iſt ein aus loſen Schlacken aufgeſchütteter Aſchenkegel von geringer Feſtigkeit und beſtändigem Wechſel in Form und Höhe. Bald erhebt ſich das Gebäude mehr und mehr, bald ſtürzen beträchtliche Stücke zuſammen, bald wird die ganze Maſſe von den Abgründen verſchlungen, die ſie zuvor bedeckte, und erſt durch ſpätere Ausbrüche wieder aufgebaut. Dieſes Schickſal traf den Aſchenkegel des Aetna, der mehrere Male vollſtändig verſchwand und einen ungeheuren Schlund ohne Bruſtwehr mitten auf dem kleinen Plateau, welches die zuerſt gebildete Erhebung begrenzt, zurückließ. Am Veſuv ſcheint ſich der obere Theil des Kegels nie verändert zu haben. — Der Krater, welcher ſtets den Gipfel des Vulkans einnimmt, bietet in ſeinem Innern oft wider Erwarten nur wenig Intereſſe für die Beobachtung dar. Doch ſind die Veränderungen des Bodens, die größere oder geringere Tiefe des Kraters oft Zeichen des nahen oder fernen Bevorſtehens eines Ausbruches. Gewöhnlich ſieht man

nur Schwefeldämpfe aus langgedehnten Riſſen des Bodens, zwiſchen den Blöcken eingeſtürzter Lavamaſſen oder einer Menge kleiner aufgeſtiegener Kegel entweichen, die ſich oft hoch über die Ränder des Kraters erheben, dann plötzlich wieder zuſammenſtürzen und verſchwinden. Bisweilen beobachtet man Abgründe, die mit beſtändig entweichenden Dünſten erfüllt ſind, und in der Tiefe die glühende Lava ſehen laſſen, oder in denen dumpfe Stille und tiefes grauenvolles Dunkel herrſcht, ſo daß ſie zwar ſchreckenerregend ſind, aber weder zur Phantaſie ſprechen, noch das geringſte Intereſſe für die Beobachtung in Anſpruch zu nehmen vermögen. Als einen wunderbaren, unvergeßlichen Naturanblick ſchildert aber Alex. v. Humboldt den Blick, den er in die ungeheuren 15000 Fuß tiefen Abgründe des Pichincha warf, der ihm die furchtbaren Geheimniſſe dieſer von keinem Sonnenſtrahl erleuchteten Unterwelt mit ihren Berggipfeln und Feuerſtrömen in magiſcher Flammenbeleuchtung enthüllte. In langen Zwiſchenräumen zwiſchen den großen Ausbrüchen verſchwinden oft die Spuren vulkaniſchen Urſprungs gänzlich, bisweilen bedecken ſich die Wandungen des Kraters mit üppigem Gras und Pflanzenwuchs, wie man noch vom Veſuv vor dem Ausbruch des Jahres 1631 berichtet. Zu andern Zeiten bietet der Krater nur offne Spalten dar, und Schlackenhügel, denen man ſich gefahrlos nähern kann, ergötzen den Wanderer in jenen Tiefen durch das Auswerfen feuriggluhender Maſſen, die auf den Rand des Schlackenkegels niederfallen und

deren Erſcheinung ſich regelmäßig durch kleine Erdſtöße vorher ankündigt. Oft ergießt ſich Lava aus offnen Spalten und kleinen Schlünden in den Krater ſelbſt, ohne den Kraterrand zu durchbrechen und überzufließen, und ſelbſt, wenn der Durchbruch erfolgt, ſo fließt die neueröffnete Erdquelle ſo ruhig und auf ſo beſtimmten Wegen, daß ſelbſt in dieſer Ausbruchsepoche das große Keſſelthal des Kraters gefahrlos beſucht werden kann. Heutigen Tages findet man häufig in Reiſebeſchreibungen den Krater des Berges Kiraueah auf der Sandwichinſel Hawaii erwähnt. Dieſes reizende Paradies der Südſee gewährt durch die Beweiſe von der furchtbaren Thätigkeit der unterirdiſchen Mächte einen eigenthümlichen Anblick. Man ſieht Lavaſtröme, welche, über jähe Berggehänge ſich herabwälzend, ungeheure Stalaktiten von wunderbarer Schönheit bildeten, rieſige Säulen und zu feſtem Fels erſtarrte Feuer-Cascaden. Der ſeltſamſte aller Vulkane, der Kiraueah im Süden der Inſel, iſt kein Spitzberg, kein Kegel mit abgeſchnittnem Gipfel; am Fuße des 15000 F. hohen Feuerberges Mouna Roa erſcheint plötzlich, ganz unerwartet am Rande eines furchtbaren Abgrunds ſein unermeßlicher Krater. Reiſende beſchreiben ihn als einen Keſſel von mehr als 1000 Fuß Tiefe und acht engl. Meilen Umfang. Auf ſeinem Boden wälzen ſich, den Wogen des Oceans gleich, gewaltige Feuermaſſen hin und her, die ſchäumend und aufſpritzend ſich an einander brechen. Ohne Unterlaß entſtrömt glühende Lava den vulkaniſchen Kegeln, die ſich aus dem Kra-

terboden erheben, und verbreitet einen hellleuchtenden Schein. Rollendes Toſen und dumpfes Rauſchen ertönt aus der Tiefe, bisweilen von furchtbarem Donner unterbrochen. Dichte Dampfwolken entſteigen dem Krater aus zahlloſen Klüften. Wir ſteigen hinab zum Boden; ein ſeltſames Schauſpiel enthüllt ſich. Sechs Keſſel oder Seen, mit geſchmolzener, auf- und niederwallender Lava erfüllt und durch Schlackenmauern umgeben, ſpritzen ihre rothglühenden Fluthen hoch auf. Einer dieſer Seen iſt eine Meile lang und eine halbe Meile breit und bietet die ergreifendſte Scene. Ein gewaltiger Gluthſtrom ergießt ſich mit reißender Geſchwindigkeit in die Mitte des Sees, wo ein Vorgebirge ſeinen Lauf beengt. Unaufhörlich wechſelt die flüſſige Maſſe Farbe und Bewegung, ein Wink der unterirdiſchen Mächte läßt ſie heller oder düſtrer glühen, ſchwächer oder heftiger wogen. Bald ſpritzt der Schaum 30—40 Fuß hoch empor, bald ſtrömt die Feuergluth ſo gleichmäßig und eben, als gewährten ihr die hohen Uferwände Schutz gegen den Wind, und am nördlichen Ufer werden Schlackenſtreifen abgeſetzt, wie die See Meergras an die Küſten wirft. Furchtbar-prächtig iſt das Schauſpiel in den Stunden der Nacht, wenn unter donnerndem Krachen ein neuer Gluthquell ausbricht und in wenigen Augenblicken weithin die ſchwarze Schlackenmaſſe in ein blendendes Feuermeer verwandelt. Gewaltig ſind die Lavaergüſſe, die dieſen Krater durchbrechen. Im Sommer 1840 brach ein Strom hervor, der in einer Breite von 1 bis 7 Meilen 40

Meilen weit floß, 3 Hügel von 120 bis 250 F. Höhe aufwarf und endlich 2000 Fuß weit in das Meer vordrang.

Die Höhe der Vulkane iſt von großem Einfluß auf die Häufigkeit ihrer Ausbrüche, ſo daß dieſe bei den niederen weit zahlreicher erfolgen, als bei den höheren. Das iſt ganz natürlich; denn angenommen, der Heerd zweier Vulkane, von denen der eine 4mal höher iſt als der andere, liege in gleicher Tiefe, ſo gehört eine größere Kraft dazu, die geſchmolzenen Maſſen zu viermal größerer Höhe zu erheben. Während daher der niedrige Stromboli, deſſen Kegel unmittelbar aus dem Meere nur 2175 Fuß aufſteigt, raſtlos arbeitet und ſchon ſeit den Zeiten homeriſcher Sagen den Seefahrern des Tyrrheniſchen Meeres zum leitenden Feuerzeichen ward, während der 3637 F. hohe Veſuv faſt kein Jahr ohne Ausbrüche vergehen läßt, ſchweigt der 10200 F. hohe Aetna oft lange Jahre und der 17890 F. hohe Bergrieſe Cotopaxi kann ſich oft in Jahrhunderten zu keinem Ausbruche ermannen.

Wenn aber dennoch bisweilen, wie es ſcheint, gegen alles Geſetz, der höhere Vulkan ſeine Feuerſtröme ausgießt, während der niedere Nachbar, mit deſſen vulkaniſchem Heerde er in enger Verbindung ſteht, unthätig ruht, ſo müſſen wir bedenken, daß in niedrigen Vulkanen jener Verbindungskanal oft auf eine Zeit lang durch Einſtürze oder erkaltete Maſſen verſchloſſen ſein mag, ſo daß ihre Ausbrüche ſeltner werden, ohne daß ſie darum dem Erlöſchen näher ſind. Aus ähn-

lichen Gründen ergießt ſich die Lava nicht immer aus dem Krater ſelbſt, ſondern meiſt aus Seitenſpalten an Stellen, wo die Bergwände den wenigſten Widerſtand leiſten; und es ereignet ſich dann bisweilen, daß dort Auswurfskegel aufſteigen, welche die Richtung der Spalte bezeichnen. Auch die Hornitos des Jorullo ſind ſolche in Gruppen zuſammengedrängte Auswurfskegel. —

Die äußerlich ſichtbare Entflammung des Vulkans, der Ausbruch, gehört unſtreitig zu den großartigſten Schauſpielen der Natur, und wiederholt ſich doch immer mit denſelben Erſcheinungen, nur bald mit größerer, bald geringerer Heftigkeit. Im Allgemeinen beſtehen dieſe im Aufſteigen von Rauch, Waſſerdampf und Feuerſäulen, im Erguſſe von Laven und im Auswerfen einer ungeheuren Menge von Aſche mit kleinen und größern Steinen gemiſcht, wozu noch die ſie begleitenden oder mit ihnen wechſelnden Erdbeben kommen. Schon oft ſind ſolche vulkaniſche Ausbrüche in Schriften und öffentlichen Blättern in ergreifender und umfaſſender Weiſe geſchildert worden, ſo daß ich einer ausführlichen Beſchreibung überhoben bin.

Worte ſind nicht im Stande, auch nur annähernd den Eindruck hervorzubringen, welchen die unmittelbare Anſchauung der Erſcheinung ſelbſt verurſacht. Darum verſuche ich es nur, die einzelnen Züge dieſes großartigen Naturgemäldes der Phantaſie des Leſers vorzuführen. Ehe der innere Drang ſeine höchſte Spannung erreicht hat, ehe ſich die Lippen der Erde öffnen,

verkünden nur ſchwache Erderſchütterungen und häufiger dem Krater entſteigende, ſich in bunten Wirbeln kräuſelnde Dampf- und Rauchſäulen, in Italien Fumarolen genannt, den Anfang des ſchauerlich-ſchönen Schauſpiels. Wie ein düſtrer Vorhang entzieht eine ſchwere Gewitterwolke den Schauplatz der furchtbaren Naturgewalten dem Blicke des Zuſchauers. Ein Zauberſchlag zerreißt den Vorhang. Unter donnerndem Getöſe und furchtbaren Erſchütterungen des Erdbodens erhebt ſich aus dem ſchlummernden Krater eine rieſige Dampfſäule, rings umſpielt von wirbelnden, weißen Dunſtwölkchen, in der Mitte aber verdunkelt durch dichte Aſchenmaſſen, die ſich hoch oben gleich ſchweren Gewitterwolken ballen, und dem Ganzen das Anſehen einer rieſigen Pinie gewähren. Plötzlich brechen Flammen aus dem Schlunde hervor und erleuchten prachtvoll die dunkle Säule; mit donnergleichem Knall ſteigen glühende Steinmaſſen raketengleich in die Lüfte, zerplatzen ſtrahlenförmig und fallen in leichten Bogen praſſelnd, in Funken zerſtiebend, auf die Kraterwände nieder. Aufs Neue erdröhnt der erſchütterte Boden, Donner folgt auf Donner, praſſelnd ſteigen neue Feuerklumpen auf; es erhebt ſich im Innern des Kraters die glühende Lavamaſſe. Schon ſchwillt ſie zum Rande des Kraters heran, ſchon ſchlängeln ſich Flammenbäche an den Wänden des Kegels herab, da plötzlich berſtet unter dem gewaltigen Drucke mit furchtbarem Krachen die Kraterwand, und hoch auf ſprudelnd ergießt ſich der verheerende Strom in die blühende Ebene. Das

Ende des Unheils iſt gekommen, in dunkle Nacht verhüllt eine neu aufwirbelnde Aſchenſäule die grauſe Zerſtörung, und Dörfer und Städte begräbt auf ewig das fallende Laub der furchtbaren Pinie unter ſeiner düſtern Trauerdecke.

Wir wollen jetzt den Ausbruch in ſeinen Einzelheiten, beſonders in Hinſicht auf ſeine vulkaniſchen Produkte betrachten. Den Mittelpunkt dieſer prachtvollen Erſcheinung bildet jedenfalls die hohe Feuerſäule, welche der pinienförmigen Ausbreitung der Aſchenwolke gleichſam als Stamm dient. Woher rührt die räthſelhafte Flammenbeleuchtung dieſer ſelbſt von Sturmwinden nicht bewegten Feuergarbe? Iſt es ein bloßer Lichtſchein, oder ſind es wirklich Flammen brennender Maſſen? Einſt herrſchte ganz allgemein das Vorurtheil, die vulkaniſchen Ausbrüche ſeien nur großartige Feuersbrünſte, genährt, wie das Feuer auf unſern Heerden, wie die Erdbrände unſerer Steinkohlenflötze durch unterirdiſche Brennſtoffe. Bald war es Erdpech, bald Schwefelkies, bald ein feuchtes Gemenge von fein zertheiltem Schwefel und Eiſen, das man ja künſtlich zu ähnlichen Erſcheinungen bringen konnte, bald phosphorhaltige Maſſen, bald die leicht entzündlichen Metalle der Alkalien und Erden, welche man durch Selbſtentzündung oder durch den elektriſchen Funken entflammt, als die Urſachen der vulkaniſchen Erſcheinungen bezeichnete. Humphry Davy war der Letzte, der in geiſtreicher Weiſe ſolche Hypotheſen aufſtellte, aber er ſelbſt entſagte ſchon ſeiner kühnen Dichtung, da er erkannte,

daß die große Dichtigkeit der Erde eine Masse so leichter Körper, wie die der alkalischen Metalle, im Innern nicht zulasse. Man suchte daher eine andre Erklärung, und glaubte nun den Brennstoff in dem Wasserstoffgase zu finden, welches aus dem Wasserdampfe entwickelt werde, welcher den Ausbruchserscheinungen vorangeht oder sie begleitet, und welcher, wenn er durch die feuerflüssigen Massen der Lava hindurchgeht, augenblicklich wie das Wasser im glühenden Flintenlauf, zersetzt werde. Pfeilschnell steige dann das freigewordene Wasserstoffgas in die höhern Regionen empor, und da es die zur Verbindung mit dem Sauerstoff der Luft erforderliche Wärme noch mit sich führe, bringe es die Flamme der Feuersäule hervor.

Selbst Leop. v. Bach stimmt dieser Hypothese bei, wonach sich nicht im Innern des Vulkans, sondern erst beim Ausbruch des Wasserstoffs in die Atmosphäre die Flamme entwickle. Als Beweis dafür führt er die furchtbaren Detonationen an, wenn plötzlich der selbst durch die flüssige Lava entweichende Stoff sich vom Sauerstoff der Atmosphäre auf allen Seiten umgeben sieht, den stets erneuerten Donner, wenn die Gewalt der abfließenden Lava auf Augenblicke den aufsteigenden Gasstrom gehemmt hat, den Knall endlich, der jedes Aufsteigen großer Flammen begleitet. Selbst bis in die finstern Höhlungen sucht der Sauerstoff seinen Gegner auf, seine mächtige Kraft sprengt sie, und fürchterlich hört man dann den Donner durch das Innere des Berges wiederhallen. Freilich soll nur bei sehr gewalt-

ſamen Ausbrüchen der Waſſerſtoff ſich ausſcheiden, während die bei minderer Erhitzung erfolgenden Exhalationen nur in Dampf verwandeltes Waſſer, kein zerſetztes liefern. Unterſuchungen haben noch kein freies Waſſerſtoffgas gezeigt. Wenn ſich aber Waſſerſtoff bei dem Ausbruch der Lava entwickelt, wie groß muß ſeine Maſſe ſein, wenn ein Lavaſtrom wie in Island viele Quadratmeilen Landes mehrere hundert Fuß hoch bedeckt? Und wo bleibt dann der andre Theil der atmoſphäriſchen Luft, der Stickſtoff, der ja doch auch frei würde, wenn man ein ſolches Ein- und Ausathmen des Erdkörpers annehmen wollte? Gewiß kann eine ſo allgemein und tiefwirkende, in ſo weite Fernen ſich fortpflanzende Thätigkeit wie die der Vulkane nicht in der chemiſchen Verwandtſchaft ſo beſchränkter örtlicher Stoffe ihren Urquell haben. Auch dürfen wir in jener flammenden Feuerſäule nicht blos glühende Steine und Sand erblicken, in ſo dichter Menge gedrängt, daß ſie wie Flammen leuchten. Denn unbegreiflich wäre es, wie jene glühenden Auswürflinge der Vulkane, die nach dem Auswurfe ſo ſchnell erkalten, und wenn ſie auch nur einen kleinen Bogen in ihrem Falle beſchrieben haben, doch ſchwarz und nicht glühend zu Boden ſinken, bis in eine Höhe von mehrere Tauſend Fuß eine ſolche Lichtſtärke behalten ſollten, daß ſie der vorurtheilsfreie Beobachter mit einer Flamme vergleichen könnte. Die einzige Erklärung, welche uns noch übrig bleibt, möchte ſich vielleicht ergeben, wenn wir in jener ungebeugt dem ſtärkſten Sturmwind trotzenden Feuerſäule nur den

Wiederſchein der im Krater ſich bebenden glühenden Lava erblicken. Damit ſtimmt auch die Beobachtung überein, daß ſich die Flammen oft ganz in den umhüllenden Dunſtmaſſen verlieren, und nur die gewölbten Ränder ihrer Wirbel noch mit glühendem Saume gemalt werden. Jede platzende Dampfblaſe ſchleudert die verſchlackte Lavadecke in die Luft und entblößt ſo die lebhaft glühende Oberfläche, deren rothes Licht auf den Dampfwolken und der emporgeſchleuderten Schlakkengarbe widerſtrahlt. Rohe Anſchauung nur konnte lodernde Flammen aus dem Vulkan emporſchießen ſehen, wiſſenſchaftliche Beobachter ſahen ſie nicht. Freilich hat man zwiſchen den Ausbrüchen ſelbſt auf dem Veſuv, wie auf dem Aetna, theils in dem Krater ſelbſt, theils auf den ſeitlichen Abhängen des Aſchenkegels kleine Flammen mit ziſchendem Geräuſch aus Spalten hervorbrechen ſehen, welche aus brennendem Schwefelwaſſerſtoff oder Kohlenwaſſerſtoffgaſe beſtanden. Jedenfalls ſind indeß, wenn auch bei den größern Ausbrüchen ſolche brennbare Gaſe ins Spiel kommen ſollten, dieſelben doch in zu unbedeutender Menge vorhanden, als daß man aus ihnen die Feuergarbe ableiten könnte, welche ſich aus dem Krater des Berges zu erheben ſcheint.

Wenn aber auch jene Lichterſcheinung vorzugsweiſe auf den Reflex der glühenden Maſſen gegründet iſt, welche durch die Exploſion der Waſſerdämpfe entblößt werden, ſo iſt doch jene geballte Dampfwolke der Sitz noch ganz andrer Lichterſcheinungen, die nur einer

bedeutenden elektriſchen und chemiſchen Thätigkeit zuzuſchreiben ſind. In jener vulkaniſchen Wolke zeigen ſich die elektriſchen Phänomene in ebenſo großartigem Maaßſtabe entwickelt, wie in den Gewitterwolken, und darum nennt ſie Humboldt vulkaniſche Gewitter. Beſtändige Blitze und immer rollender Donner ſind von dem heftigſten Gewitterregen begleitet, welcher wolkenbruchartig herabſtürzt und oft weit bedeutenderen Schaden in der Umgebung der Vulkane anrichtet, als die von dem Berge ausgeſpieenen Aſchen- und Schlackenmaſſen. Selbſt die den Gewittern eigenthümlichen Hagelſchauer bleiben nicht aus; Hagelkörner begleiten oft den Aſchenregen, deren Kern von kleinen Steinen gebildet wird. An den Abhängen der meiſten Vulkane zeigen ſich tiefe Rinnen und Gräben, welche von dieſen verheerenden Gewitterregen eingeriſſen wurden, und viele ſogenannte Ausbrüche von Schlamm und Waſſer ſind nur ſo zu erklären, daß der Gewitterregen loſe Aſche, Schlacken und Gerölle wegſchwemmte und in das bewohnte Land hinabriß. Die Erklärung liegt nahe. Jetzt wiſſen wir, daß der einer Dampfmaſchine entſtrömende Waſſerdampf ungemein große elektriſche Funken erzeugen kann, daß er eine der ſtärkſten Elektricitätsquellen und darum oft die Urſache des Zerſpringens der Dampfkeſſel iſt. So geſchieht es auch bei jenem heißen Waſſerdampfe, welcher während des Ausbruchs aus dem Krater aufſteigt, und beim Erkalten ein Gewölk bildet, von dem die rieſige Aſchen- und Feuerſäule umgeben iſt. Die plötzliche Verdichtung dieſer Dämpfe,

die Bildung einer ungeheuren Wolke erhöhen die elektriſche Spannung bis zur Entladung. So wirken auch hier die kosmiſchen Kräfte im Verein: Wärme, Licht und Elektricität, ſie alle tragen dazu bei, die grauenhafte Pracht dieſes Schauſpiels zu ſteigern.

Jene Schlammſtröme, die ich erwähnte, ſind aber nicht immer Erzeugniſſe der Gewitterregen. Auf jenen hohen, mit ewigem Schnee bedeckten Vulkanen der Anden oder den eiſigen Feuerbergen Islands ſchmilzt oft der Schnee durch die innere Wärme ſchon vor dem Ausbruche, und ſo geſellt ſich zur Feuersnoth noch die durch Waſſer. Nicht bloß Erdbeben, auch Fluthen des geſchmolznen Eiſes und Schnees kündigen den Ausbruch der isländiſchen Vulkane, des Oraefa Joekul, des Catlaggia, des Hekla und Krabla an. Eismaſſen ſelbſt ſenken ſich herab, ehe der Auswurf von glühender Aſche und Steinen den Himmel Tage lang verdunkelt. Gegen die Auswurfsmaſſe wiſſen ſich die Menſchen noch zu ſchützen; aber gegen das ſiedende Waſſer iſt kein Schutz zu finden, gar Mancher wird überraſcht und im eigentlichen Sinne geſotten. Eine 4 Meilen breite Fluth, welche mächtige Eisblöcke und darin ſitzende Felsſtücke fortwälzt, bedeckt oft das Land vom Berge bis zum Meere hin. In den Anden werden aber dieſe furchtbaren Ueberſchwemmungen des plötzlich geſchmolznen Schnees noch Veranlaſſung zu einer ganz eigenthümlichen Erſcheinung, indem ihr Waſſer ununterbrochen durch die Spalten des Trachytgeſteins durchſickert und Höhlungen, die ſich an den

Abhängen der Feuerberge befinden, allmählig in unterirdiſche Waſſerbehälter verwandelt, welche mit den Alpenbächen des Hochlandes von Quito vielfach communiciren. Durch mächtige Erdſtöße, welche ſtets vor den Ausbrüchen die ganze Maſſe des Vulkans erſchüttern, werden jene unterirdiſchen Gewölbe geöffnet und es entſtürzen ihnen gleichzeitig Waſſer, tuffartiger Schlamm und Fiſche, Prennadillas oder Pimeloden genannt, die das Dunkel jener Höhlen bewohnen. Meilenweit werden oft die Felder von dieſen Schlamm- und Fiſchauswürfen bedeckt, welche ringsum Unfruchtbarkeit uud Krankheiten verbreiten. Am berüchtigtſten ſind durch dieſe Erſcheinungen die Vulkane Imbaburu und Carguairazo, deſſen Gipfel im J. 1698 zuſammenſtürzte.

Nöthigt uns nun die neuere Wiſſenſchaft, den Urquell aller vulkaniſchen Erſcheinungen in einer allgemeinern Kraft, in der innern Wärme zu ſuchen, welche unſre Erde ſchon ihrer Bildung im Weltraume durch Zuſammenballen und Verdichten dunſtförmiger Stoffe verdankt, ſo ſind wir wohl auch berechtigt, gleichſam vermöge einer phantaſtiſchen Ahnung, die Vulkane als unregelmäßige Quellen zu betrachten, welchen eine flüſſige Maſſe von Erden und Metallen ſanft und ſtill entfließt, wenn ſie durch den mächtigen Druck der Dämpfe an die Oberfläche gehoben werden. Aber was ſind nun das für Stoffe, die aus dieſen Quellen hervorſtrömen? Wir wollen ſie einzeln näher betrachten. Im Allgemeinen ſehen wir aus dem vulkaniſchen Bo-

den emporsteigen: Luftarten oder Rauch, Asche und Steine, und endlich glühend flüssige Lava.

Am auffallendsten erscheint uns wohl die oft zu einer Höhe von 10—12000 Fuß emporgeschleuderte Rauch- und Dampfsäule, deren wesentlichster Theil der Wasserdampf ist, der allen Ausbrüchen vorangeht, vielen Vulkanen aber auch beständig im Zustande der Ruhe entströmt. Wahrscheinlich ist das Wasser, welches diese Dämpfe liefert, zum großen Theil atmosphärischen Ursprungs, wie das der Quellen, anderntheils aber auch Meereswasser. Die frühere Annahme jedoch, daß es nur Meerwasser sei, welches einen Zugang zu dem vulkanischen Heerde gefunden habe, wird durch diejenigen thätigen Vulkane widerlegt, welche vom Meere entfernt, im Innern Asiens sogar 200 Meilen von jeder Küste, liegen, so daß das Meerwasser unmöglich zu ihnen gelangen kann. So lange der vulkanische Rauch eine weißliche Farbe besitzt, ist er reiner Wasserdampf, wie er bei niederer Erhitzung und im Zustande schlummernder Thätigkeit der Vulkane ausgehaucht wird. Bei größeren Hitzegraden dagegen, wo selbst festere Stoffe in Dampf verwandelt werden, enthalten die Wasserdämpfe auch andre Gase, Wasserstoff, Kohlensäure, mit Schwefel- und Salzsäure gemischt, und Schwefeldämpfe, welche sich aber leicht und schnell durch ihren eigenthümlichen Geruch und durch ihre erstickenden und zerstörenden Einflüsse auf die Vegetation verrathen. Diese Exhalationen von Dämpfen oder Luftquellen zeigen auch ihre verändernden

Einwirkungen auf die Erdoberfläche, indem ſie Geſteine zerſetzen und entfärben. — Wo ſchweflige und ſchwefelſaure Dämpfe ausſtrömen, da geht der Krater vom Vulkan in den Zuſtand einer Solfatara über. Berühmt iſt als ſolche die von Pozzuoli am Veſuv, mit deſſen vulkaniſchem Heerde ſie in naher Verbindung ſteht; denn ſo oft der Veſuv in Thätigkeit iſt, ruht jene Solfatara, und ein niederſteigender Luftſtrom zieht durch ihren Schlund hinab; ruht dagegen der Vulkan, ſo haucht die Solfatara Rauch und Dämpfe aus. Jeder Vulkan hat eigentlich ſeine Solfatara bald ferner, bald näher, oft ſind ſie in den Kratern ſchlummernder Vulkane ſelbſt entſtanden, wie auf dem Vulkano, am Jorullo und Pichincha. Auch haben ſie wohl Ausbrüche, aber nie Lavaergüſſe. — Wenn die ſchwefelhaltigen Dämpfe in die Luft ausſtrömen und erkalten, ſo verdichtet ſich der Schwefel und überzieht pulverförmig die Ränder von Spalten und Riſſen, oder füllt ſie aus und bildet unermeßlich reiche Schwefelgänge. Die ſchwefelſauren Dämpfe ſind aber wohl auch die erzeugenden Urſachen andrer Stoffe, ſie verwandeln den Kalk in Gyps und Alabaſter, die Thonerde in Alaunſtein. — Seltner als ſchweflige Dämpfe ſind die ſalzſauren, die ſich durch ſchneeweiße Farbe und ſtechenden Geruch kenntlich machen. Auch ſie verwandeln ihre Umgebung, erzeugen Kochſalz und Salmiak oft in ungeheuren Mengen. Am Veſuv wird das vulkaniſche Salz eine Quelle des Erwerbs für die ärmere Volksklaſſe, und bei den Ausbrüchen des

Hekla in Island wurden ganze Wagen deſſelben fortgeführt. Der Salmiak wird außer vom Veſuv in unermeßlicher Menge von den Vulkanen im Innern Aſiens producirt, über deren Kratern man eigne Hütten zur Abkühlung der Dämpfe erbaut hat. — Die letzte Spur der Lebensthätigkeit eines ſterbenden Vulkans iſt das Aushauchen von Kohlenſäure. Sie entſtrömt oft noch Orten, die vor vielen Jahrtauſenden der Schauplatz vulkaniſcher Thätigkeit waren, auch in Deutſchland, im weſtlichen Böhmen, in den tief eingeſchnittnen Thälern der Eifel, im Keſſelthale bei Wehr und am Laacherſee. In Italien ſind dieſe Ausſtrömungen kohlenſauren Gaſes beſonders häufig und man nennt dort ſolche Oerter Moſeten, wegen ihres verderblichen Einfluſſes auf den thieriſchen und menſchlichen Organismus. Wochen, oft Monate lang nach den Ausbrüchen des Veſuv erſcheinen die Moſeten im ganzen Umkreis deſſelben, auf Feldern, in Gärten und Weinbergen, vorzüglich aber in Kellern ſteigen dieſe feindlichen Luftquellen auf; und wenn letztere längere Zeit verſchloſſen waren, ſo iſt die Menge von Kohlenſäure oft ſo groß, daß eintretende Perſonen vor Betäubung ſofort bewußtlos niederſtürzen. Am berühmteſten iſt die Hundsgrotte bei Neapel, am berüchtigtſten aber und ſelbſt den Eingebornen ein Gegenſtand des Grauens iſt das Gift- oder Todesthal auf Java, eine längliche Schlucht von $^1/_2$ Meile im Umfang und einigen 30 Fuß Tiefe, völlig eben, ohne alle Vegetation am Boden, überall mit Skeletten von Menſchen,

Tigern, wilden Thieren und Vögeln aller Art bedeckt, alle ſo weiß wie Elfenbein gebleicht. Merkwürdiger Weiſe zeigt der Boden dieſes Thales, der aus einer harten ſandigen Subſtanz beſteht, nirgends aus der Entfernung wahrnehmbare Riſſe oder Spalten, denen die verderblichen kohlenſauren und ſchwefligſauren Dämpfe entweichen könnten. Solche Oerter ſind die Brandſtätten der Vorwelt, die uns noch die letzten Regungen vulkaniſcher Thätigkeit offenbaren. Ihnen entquellen unerſchöpfliche Mengen von Gaſen, und doch erleidet die Atmoſphäre, in die ſie übergehen, keine Veränderung. Freilich mögen einſt bei höherer Erdwärme mächtigere Proceſſe gewirkt haben, und dann iſt wohl auch die Atmoſphäre reicher an Waſſerdampf und Kohlenſäure geweſen. Sind aber dieſe Gaſe, wie wir wiſſen, die Nahrungsſtoffe der Pflanzenwelt, ſo konnte wohl auch in jener immer warmen, immer feuchten, mit Kohlenſäure überſättigten Lufthülle jene junge Pflanzenwelt zu einer ſo üppigen Fülle und Entwicklung ihrer Organe gelangen, daß noch ihre Ueberreſte die unerſchöpflichen Lager der Steinkohlen bilden konnten. In England, Frankreich, Belgien, am Niederrhein und in Oberſchleſien ſind jene reichen Schätze aufgeſpeichert, die noch heut den Wohlſtand der Völker begründen. In jener Urzeit allgemein verbreiteter vulkaniſcher Thätigkeit entquollen auch wohl dem Schooße der Erde jene ungeheuren Mengen von Kohlenſäure, welche die mächtigen Kalkgebirge in ſich aufnahmen. So zehrten die Gebirgs-

maſſen und die Vegetation der Vorwelt im Verein an der Kohlenſäuremenge des Luftkreiſes und reinigten ihn ſo, daß nur der geringe Gehalt übrig blieb, welcher der jetzigen Organiſation der Thierwelt unſchädlich iſt. —

Es giebt noch eine Gasart, welche bisweilen aus der Erde aufſteigt, das Waſſerſtoffgas. Man nennt ſolche Orte Gasvulkane, weil oft mehrere Fuß hohe Flammen aus ihnen hervorbrechen. Wir kennen dergleichen in Italien bei Pietra mala, in Frankreich unweit Grenoble, in Ungarn bei Klein-Saros, am meiſten aber und ſeit den älteſten Zeiten bekannt ſind die ewigen Feuer auf der Halbinſel Abſcheron bei Baku. Dort iſt das brennbare Gas ſo reichhaltig vorhanden, daß es aus jedem in die Erde gemachten Loche hervorquillt, am häufigſten aber aus einem dürren ſteinigen Kalkboden aufſteigt, wo einſt ein alter Tempel ſtand, der von 12 Prieſtern der feueranbetenden Parſen bedient ward. 2 Q. M. beträgt die Strecke, welche das Waſſerſtoffgas aushaucht und auch durch ihren Reichthum an Naphtha und Bergöl die Spuren früherer und anſcheinend noch fortdauernder vulkaniſcher Thätigkeit zu erkennen giebt. Aehnliche Gasvulkane findet man in Kurdiſtan, Bengalen, am Erieſee bei Newyork, wo man das Gas ſammelt und zur Gasbeleuchtung benutzt, und in China, wo es arteſiſche Brunnen ſind, Feuerbrunnen, wie man ſie nennt, die man oft 3000 Fuß tief in die Salzwerke eintreibt, um das aufſteigende brennende Gas zum

Heizen der Salzpfannen zu benutzen, nachdem man es durch Fackeln entzündet hat. — Räthſelhafter noch als dieſe Feuer ſind diejenigen, welche man zuweilen in Ungarn, Cumana, beſonders aber auf der ſchon genannten Halbinſel Abſcheron und am Oſtabhange des Kaukaſus beobachtet; und es iſt noch gar nicht ausgemacht, ob man auch ſie zu den vulkaniſchen Erſcheinungen zählen darf. Nach warmem Regen, bei ſchwüler Luft ſtehen zuweilen die Felder bei Baku in vollen Flammen, bald ſcheint es, als rolle das Feuer in großen Maſſen vom Berge herab, bald ſteht es unbewegt. Dennoch zündet und verſengt dies Feuer kein Gras, es wärmt nicht einmal, und doch ſieht man es deutlich, unterſcheidet ſeinen bläulichen Schein. Bei trocknem Oſtwinde kennt man dies Phänomen nicht. In dunklen und warmen Nächten erhellt es die Ebnen, aus denen die Bergſpitzen dunkel emporragen, in hellen Nächten verſchwindet das Feuer in der Ebne und erleuchtet die Bergſpitzen des Kaukaſus, vor allem den Sughduku, den Berg des Paradieſes. Die Thiere der Karavanen fliehen erſchreckt vor dieſem unheimlichen Feuer, die Menſchen ſinken in Bewunderung und Anbetung nieder vor dieſer heiligen Pracht der Natur. —

In einigen Vulkanen ſind in dem Waſſerdampfe ſo reichliche Mengen von Salz- und Schwefelſäure enthalten, daß er dadurch förmlich ätzend und zerſtörend auf die Geſteine wirkt. Dann werden oft ungeheure Maſſen dieſer zerſetzten Geſteine in Geſtalt von Schlammſtrömen ausgeworfen. Man nennt ſolche

Vulkane Schlammvulkane oder Salſen, weil das Waſſer gewöhnlich Kochſalz enthält.

Ueberhaupt iſt ihre Natur eine ſo verſchiedenartige, und ſie ſind mit ſo vielen Erſcheinungen verwandt oder verbunden, daß eine allgemeine Beſchreibung nicht möglich wird. Die bekannteſten Salſen ſind die Sililiens und Italiens. Hier ſteigen aus kleinen Schlammkegeln oder Schlammteichen von Zeit zu Zeit Gasblaſen von Kohlenwaſſerſtoffgas oder Naphthadämpfen auf, welche an der Oberfläche zerplatzen und den Schlamm in die Höhe werfen. Nur ſelten wird dieſer ruhige Gang durch ſtärkere Ausbrüche bei vermehrter Gasentwicklung unterbrochen, die von Erdbeben und unterirdiſchem Donner angekündigt, von furchtbarem Krachen begleitet, gewaltige Schlamm- und Steinmaſſen emporwerfen und den Boden mehrere Fuß hoch weit umher bedecken. Die größte Salſe auf Sicilien iſt die von Macaluba nördlich von Girgenti, ein flach gewölbtes Plateau von 100 Schritt ins Gevierte. Schon hier zeigt ſich die Verwandtſchaft der Salſen mit den Naphthaquellen unverkennbar. Nicht allein, daß das ſalzige Waſſer der Macaluba zugleich Bitumen mit ſich führt, ſo fließt auch in der Nähe von Girgenti ſeit älteſter Zeit eine Naphthaquelle. Wichtiger noch erſcheinen die Salſen von Toscana und Modena. Die Salſe von Saſſuolo bei Canoſſa, berühmt durch ihren gewaltigen Ausbruch im J. 1790, bei welchem Kalkblöcke von mehr als 30 Kubikzoll 20 Fuß weit geſchleudert wurden, hat den Boden in

einem Umfange von 1/4 deutſcher Meile viele Fuß hoch mit Schlamm bedeckt. Die Salſe von Maina zwiſchen Parma und Bologna zeichnet ſich durch ihre vulkaniſche Kegelform aus. Die Lagoni oder Fumacchi in Toskana endlich verdienen als Quellen des Reichthums beſondre Aufmerkſamkeit. Hier entſteigen dem Boden aus zahlreichen Sümpfen und Schlammſeen heiße Dämpfe, welche Schwefelwaſſerſtoff, Naphtha, vorzugsweiſe aber Borarſäure enthalten. Einſt war dieſe Gegend der Gegenſtand des Schreckens und Grauens. Emporſteigende Dampfſäulen erſchreckten ſchon aus der Ferne, und die Annäherung ſteigerte das Ergreifende des Anblicks. Das geheimnißvolle Brauſen unter den Füßen, die von Schwefeldämpfen erfüllte Atmoſphäre, das brennendheiße, von jeder Vegetation, jedem Leben geflohne Erdreich, das Sprudeln des ſiedenden Waſſers, der zitternde Boden, Alles das erfüllte den Beſchauer mit unheimlichem Grauen. Die düſtre Phantaſie und der Aberglaube der Vorzeit wähnten hier die ſchreckliche Höllenpforte zu finden. Der Gewerbfleiß der Gegenwart fand darin die Quelle des Gewinns. Man leitete Waſſer herbei und legte künſtliche Lagunen an, man benutzte die aufſteigenden heißen Dämpfe zum Sieden und Verdichten des borarſäurereichen Waſſers und zieht aus der ſo gewonnenen Borarſäure einen jährlichen Gewinn von faſt 1 Million Franken.

Verſchieden von dieſen Salſen durch die ausgeſtoßenen Gasarten, aber ganz ähnlich in den äußeren

Erſcheinungen und wohl auch im Urſprunge ſind die Vulcanitos von Turbaco in Neu-Granada. Auch hier zeigen ſich auf einem von aller Vegetation entblößten Boden, mitten im Walde zahlreiche flache Schlammkegel, aus deren Kratern periodiſch und von dumpfem Getöſe begleitet Luftblaſen ſo heftig aufſteigen, daß ſie das Waſſer emporſchleudern. Das Gas aber, deſſen täglich mehr als 3000 Kubikfuß aufſteigen, iſt reines Stickgas. Die meiſten Schlammvulkane ſtehen in Verbindung mit brennenden Gasvulkanen oder Naphthaquellen, wie es ſchon die Nachbarſchaft der letzteren bei der Salſe von Macaluba, der Naphthagehalt ihrer Dämpfe und die Feuer des Appenin bei Pietramala und Barigazzo in der Nähe der modeneſiſchen und toskaniſchen Salſen verrathen. Deutlicher tritt dieſe Verwandtſchaft auf der durch ihre Asphaltlagunen berühmten Inſel Trinidad hervor. Auch hier erheben ſich auf dem Gipfel eines Thonhügels Schlammkegel, denen Schwefelwaſſerſtoffgas und alaunartiger Schlamm entquillt.

Die Heimath eigentlicher und großartiger Schlammvulkane ſind die Halbinſeln Kertſch und Taman am Aſowſchen Meere, die Halbinſel Abſcheron am Kaſpiſchen See und die Inſel Java. Nur dieſen Vulkanen kommen Flammenerſcheinungen zu, wie man ſie bei Ausbrüchen andrer Salſen bemerkt haben will. Ihre Ausbrüche gleichen denen der Feuerberge. Tagelang anhaltendes Getöſe, meilenweite Erderſchütterungen verkündigten in den Jahren 1835 und 1839 die Thätig-

keit der Vulkane von Taman und Baku. Schwarze Erde wurde ausgeworfen und bedeckte weithin die Umgebung 30 bis 40 Fuß hoch, Flammen ſtiegen auf, und dicker ſchwarzer Rauch bildete bei Erhebung der Salſe von Jokmali bei Baklichli im J. 1839 eine hohe Säule; lavaähnliche Maſſen ergoſſen ſich, und der Boden zerriß in zahlloſe Spalten. Die mächtigen Asphaltlager, die Naphthaquellen und heiligen Feuer auf der ganzen Linie des Kaukaſus, deren Endpunkte Taman und Baku bezeichnen, deuten offenbar genug auf eine allgemeine unterirdiſche Thätigkeit hin, welcher alle dieſe Erſcheinungen ihren Urſprung verdanken. Java, das Paradies Indiens, das Land tropiſcher Gluth und Farbenpracht, iſt zugleich der grauenvolle Heerd des unterirdiſchen Feuergottes, der aus mehr als 100 Schlünden ſeine verheerenden Ströme ergießt. Die ganze Naturgeſchichte der Vulkane läßt ſich auf dieſer Inſel ſtudiren. Hier giebt es erloſchne Krater, andre, die auf Rauch- und Dampfausſtrömungen beſchränkt blieben oder zu Solfataren wurden, ſolche, die in ihrem Schooße große Seen von Schwefelſäure haben, wie der Taſchem oder Idienne mit ſeinem 1200 Fuß langen See, andre, welche in großartiger Weiſe Schwefelwaſſerſtoff und ſchwefligſaures Gas oder Schwefeldämpfe entwickeln, ferner Naphtha- und Erdölquellen, Thermen und Salſen in großer Menge. Endlich aber giebt es hier Vulkane, die bis zur neueſten Zeit thätig blieben. Unter dieſen verdienen die meiſte Aufmerkſamkeit diejenigen, deren loſe

und lockere Auswurfsmaſſen von ungeheuren, theils heißen und ſauren Waſſermengen begleitet ſind, ſo daß ſie in Geſtalt von Schlammſtrömen ergoſſen werden. Die gefürchtetſten dieſer Schlammvulkane ſind der Gédé ſüdlich von Batavia und der Galung-Gung im Bezirk von Sumadang. Der erſtere hatte ſeinen letzten verheerenden Ausbruch im Jahre 1761, der letztere im J. 1822. Bis zu dieſem Jahre war jede Kunde von der vulkaniſchen Thätigkeit des Galung-Gung erloſchen, ſeine Abhänge waren reich bebaut und bevölkert. Im Sommer dieſes Jahres wurden die Gewäſſer des benachbarten Fluſſes Chi-kumir trübe, ſauerſchmeckend und ſetzten Schwefel ab. Am 8. Oktober begann unerwartet bei heiterem Himmel der furchtbare Ausbruch. In wenigen Minuten war die ganze Natur in Aufruhr. Eine ſchwarze Wolke hüllte den Gipfel des Vulkans und die benachbarten Thäler in nächtliches Dunkel, krachender Donner und die heftigſten Pulverexploſionen übertäubendes Knallen ertönte, der Erdboden erbebte, ein brauſender Sturmwind erhob ſich und riß Bäume und Häuſer hinweg, Flammen brachen hervor und beleuchteten das gräßliche Schauſpiel. Jetzt begann der Berg ſiedendes ſchwefligſaures Waſſer und Schlamm auszuwerfen. Die Flüſſe wurden erhitzt, traten, von Schlamm und Schlacken erfüllt, über ihre Ufer und verſperrten den fliehenden Bewohnern den Weg. Drei Flüſſe waren mit Leichen verbrannter und geſottner Menſchen und Thiere bedeckt. Auf ganz Java vernahm man das

Getöſe dieſes furchtbaren Ausbruchs. In einem Umkreis von 20 geogr. Meilen fiel vulkaniſche Aſche, und in nicht geringer Entfernung wurden die Felder mit Schlamm bedeckt. Am 12. Oktober folgte eine noch heftigere Eruption. Ein blühendes Land war zur Wüſte umgewandelt. Ueber zweitauſend Menſchen hatten in einer Landſchaft den Tod gefunden. Wälder, Felſen und ganze Hügel waren von den Schlammſtrömen hinweggeriſſen, neue Berge an ihrer Stelle gebildet.

So ſteigert ſich dieſelbe vulkaniſche Kraft, die in dem friedlichen Spiel der Lagoni dem gewinnſüchtigen Bewohner ein Segen wird, zum verheerenden Dämon, deſſen Zorn ein unwiſſendes und furchtſames Volk durch Gebete und Opfer zu beſänftigen ſucht. Wir ſehen das Bild einer ununterbrochen wirkenden ſchwächeren oder ſtärkeren Thätigkeit des Erdinnern, deſſen eingeſchloſſne Waſſerdünſte und ſaure Gaſe die Geſteinmaſſen zerſetzen, in Schlamm verwandeln und, jenachdem ſie Widerſtand finden, in aufſteigenden Blaſen den Schlamm emporſprühen oder, die Felſendecke ſprengend, reißende Feuer- und Waſſerſtröme in die Ebenen ſenden. Auch die gewaltigen Aſphaltlager im Grunde des Todten Meeres und auf der Inſel Trinidad, die reichen Naphtha- und Erdölquellen im Thale des Irawadi, auf der Inſel Tſchelekin im Kaſpiſchen Meere, bei Baku, bei Kerkuk in Kurdiſtan, bei Amiano und Monte Zibio im Modeneſiſchen, deren viele ſeit undenklichen Zeiten ſo reichlich fließen, daß die des

Irawadi eine jährliche Ausbeute von 8 Mill. Centner Naphtha, die von Baku über 8 Millionen Pfund Erdöl liefern, ſind ohne Zweifel nur Deſtillationsprodukte derſelben unterirdiſchen Thätigkeit. Viele Thermen und Dampfquellen können gleichfalls nicht von der allgemeinen Erſcheinung der Salſen getrennt werden. Die Waſſerdampfentwicklung in den Kratern, die Fumarolen, die als weiße Nebel aus allen Spalten ihres Bodens und ihrer Wandungen aufſteigen, um ſich über dem Vulkan zu einer Wolkenſäule zu vereinigen, deuten ſchon auf die vulkaniſche Waſſererzeugung hin. Die ſalſenähnlichen Dampfquellen in der Nähe der Thermen von S. Filippo, die natürlichen Dampfbäder auf Iſchia, bei Baja und Sciacca machen dieſe Verwandtſchaft unzweifelhaft. Die Art der Gaſe, welche mit dem Waſſerdampfe ausſtrömen, iſt von lokalen Urſachen, von den Erdſchichten beſonders abhängig, welche die Dämpfe durchſtrömen. Bald ſind es Kohlenſäure, bald Schwefelwaſſerſtoff, bald ſchweflige Säure und ſelbſt Salzſäure. Durchdringen ſäurereiche Dämpfe leicht zerſetzbare Geſteinſchichten, ſo bilden ſie Schlamm und geben wahren Schlammvulkanen ihren Urſprung; ſtrömen aber ſäurearme Dämpfe durch Geſteine, welche jeder Zerſetzung widerſtehen, ſo erſcheinen Thermen und Dampfquellen. Allerdings giebt es heiße Quellen, die eine allgemeinere Urſache haben und daher von den kalten Quellen nicht getrennt werden dürfen.

Wenn jene gas- und dampfförmigen Auswürf-

linge als die Erzeugniſſe einer ſchlummernden oder hinſterbenden, wenigſtens einer ſchwachen, wenn gleich ununterbrochnen vulkaniſchen Thätigkeit gelten konnten, ſo legt der Vulkan in der Zeit ſeines kräftigen Lebens maſſenhaftere Beweiſe ſeiner Kraft in den Stein- und Aſchenregen ab. Unter allen feſten Auswurfsſtoffen nimmt aber an Menge und Häufigkeit die Aſche den erſten Rang ein. Sie erſcheint am Ende der großartigen Kataſtrophen, wenn Alles wieder in den gewohnten Zuſtand ſcheinbarer Ruhe zurückkehrt, in Geſtalt düſtrer Wolken, welche die Spitzen der Vulkane umlagern und ſich unheilverkündend über weite Landſtrecken ausbreiten. Eine feine und leichte, dunkelgraue oder ſchwarze, ſelten ins Weißliche ſpielende Aſche begräbt oft meilenweit blühende Landſchaften und verdunkelt durch ihre unglaubliche Menge oft Tagelang nahe und ferne Gegenden. In Neſina am Veſuv muß man oft während eines Aſchenregens zu Mittag die Laternen anzünden, und im Jahre 1794 war ſelbſt bis Tarent hin die Luft ſo von Aſche erfüllt, daß Tag und Nacht ſich nicht ſchieden. Bei dem furchtbaren Ausbruche des Tomboro auf Sumbava im J. 1815 trat in ungefähr 50 Meilen Entfernung zu Macaſſar auf Celebes eine ſolche Dunkelheit ein, daß man am Ufer die Schiffe nicht mehr erkennen konnte, und nach wenigen Stunden verdrängte vollkommne Finſterniß das Tageslicht. Auf Java und Madura herrſchte tiefe Nacht, ſelbſt bis Sumatra, in eine Entfernung, der zwiſchen Hamburg und dem

Aetna gleich, führten Oſtwinde die ſchwarzen Aſchenwolken. Schiffe wurden 100 Seemeilen von Sumbava in völlige Dunkelheit gehüllt und Fußhoch mit Aſche bedeckt. Das Meer glich in der Nähe der Inſel einer Sandbank, ſchwimmende Bimsſteine und Aſche, zerriſſne und halbverbrannte Baumſtämme und Holzblöcke bildeten eine undurchdringliche Decke. In wie große Entfernungen vulkaniſche Aſche durch Winde geführt wird, davon liefern auch andre Vulkane Beweiſe. Bei dem furchtbaren Ausbruche des Vulkans von Coſiguina in Guatemala zu Anfange des Jahres 1835 wurde die Dunkelheit und Schrecken verbreitende Aſchenwolke trotz des herrſchenden Paſſatwindes von oberen Luftſtrömen 200 deutſche Meilen weit bis Kingſton auf Jamaika getragen. Auch der Aetna ſendet ſeine Aſchenregen oft bis Malta, und die Heklaaſche zog in einer mächtigen Wolke im J. 1766 über 100 Stunden weit, und noch vor 4 Jahren ſelbſt bis zu den Orkneyinſeln. Die Menge der Aſche iſt dabei oft ſo groß, daß der Boden mehrere Fuß hoch davon überlagert wird. Baumäſte biegen ſich, Dächer von Gebäuden brechen zuſammen, ganze Ortſchaften werden zerſtört, ihre Bewohner erſtickt, ihre Pflanzendecke vergiftet. Drei Städte, Herculanum, Pompeji und Stabiä wurden bei dem Ausbruche des Veſuv im J. 79 von Aſche verſchüttet. Der Kaukaſus liefert einen nicht minder auffallenden Beweis von der Mächtigkeit der Aſchenablagerungen. Eine ganze Stadt mit Kirchen und Häuſern, Kellern und Brunnen wurde un-

fern der Feſtung der Königin Thamar in erhärteter vulkaniſcher Aſche ausgehöhlt. Bei ihrer außerordentlichen Feinheit und Trockenheit dringt dieſe Aſche durch die engſten Spalten und Riſſe, durch die beſtverſchloſſnen Fenſter und Thüren und nimmt die zarteſten Eindrücke von Gegenſtänden an, ſo daß man in Pompeji und Herculanum noch die genaueſten Abdrücke von Gefäßen, ja ſelbſt von Geſichtern und Kleidern verſchütteter Menſchen findet.

Schwerer und gröber als dieſe Aſche iſt der vulkaniſche Sand, aus zertrümmerten Augit-, Leuzit-, Feldſpath- und Olivinkryſtallen beſtehend, der oft gleichzeitig mit Aſche emporgeworfen wird und beim Niederfallen Blumen und Gras in weiter Runde verſengt, die Bäume ihres grünen Laubſchmucks beraubt. Aber in der höchſten Entwicklung der vulkaniſchen Thätigkeit giebt ſich die Größe dieſer unterirdiſchen Kraft durch weit großartigere Auswürflinge zu erkennen. Wenn die Rauchſäule immer höher und mächtiger aufſteigt, immer gewaltſamer hervorbricht aus den zahlreicher werdenden Riſſen und Spalten des Kraters, dann erfolgen unter brauſendem und praſſelndem Geräuſche, von furchtbarem Krachen des Berginnern begleitet, ſtoßweiſe Ausſchleuderungen gewaltiger Felsmaſſen, Laventrümmer und Schlackenſtücken, die einem feurigen Mantel gleich den Vulkan überdecken. Senkrecht ſteigt die Trümmermaſſe zu einer Höhe von 300 bis 3000 Fuß aufwärts, eine mächtige Garbe bildend, die ſich Raketen ähnlich in der Luft zertheilt. Bald

ſtürzen die Maſſen in den Krater zurück, um mit erneuerter Wuth emporgeſchleudert zu werden, bald fallen ſie auf den Kraterrand und rollen am Berggehänge hinab. Die einen erkalten in der Luft und zerplatzen praſſelnd beim Niederfallen, andre bleiben weich und platten ſich ſcheibenförmig ab oder nehmen Eindrücke von der Bodenfläche an. Ihre Größe ſchwankt zwiſchen der des Sandkorns und centnerſchwerer Blöcke. Man unterſcheidet daher auch die kleineren Laven- und Schlackentrümmer unter dem Namen der Lapilli oder Rapilli, wie ſie das Volk nennt, von den größeren Felsblöcken oder geballten Lavamaſſen, die man mit dem Namen vulkaniſcher Bomben bezeichnet, und die das Volk von Neapel nach ihrer eigenthümlichen Geſtalt ſinnreich genug Tropfen und Thränen des Veſuv nennt. Letztere erhalten gewöhnlich durch ihre rotirende Bewegung in der Luft kuglige oder langgezogene birnförmige Geſtalten, die von der Größe einer Nuß oder Fauſt bis zum Durchmeſſer von einem Fuß und darüber wechſeln. In den Umgebungen der Krater des Veſuv und Aetna findet man dieſe Bomben 250 Pfund ſchwer oft in ſo bedeutender Entfernung, daß ſie zu einer Höhe von 4000 Fuß emporgeſchleudert werden mußten, wenn ſie ſo weit von der Schlackengarbe, der ſie entſtammten, niederfallen konnten. Von anderen Vulkanen erzählt man ſogar noch auffallendere Kraftäußerungen. Der Kotopaxi in den Anden ſoll im Jahre 1533 Felsblöcke von 8 bis 9 Fuß Durchmeſſer 3 Meilen weit geſchleudert haben, und von einem un-

geheuren Felsſtück, das am Abhange des Vulkans liegt, dem „Kopfe des Inka", behaupten die Sagen der Eingebornen, es ſei die abgeworfne Kuppe des Vulkans. Man hat ſich dieſer gewaltigen Kraftäußerungen zur Unterſtützung der Hypotheſe bedienen wollen, welche die Meteorſteine aus dem Monde ableitete, indem man aus der verhältnißmäßigen Größe der Kratergebirge im Monde auch auf eine weit größere fortſchleudernde Kraft derſelben ſchließen wollte. Indeſſen iſt es höchſt zweifelhaft, ob die kraterförmigen Gebirge des Mondes wirklich Vulkane ſind, wenigſtens ſehr unwahrſcheinlich, daß ſie je Schlacken und ſonſtige Trümmer ausgeworfen haben. Bedenkt man überdies, daß eine Anfangsgeſchwindigkeit der vulkaniſchen Bombe, welche 5mal die einer Kanonenkugel beim Austritt aus dem Rohre überträfe, noch nicht hinreicht, um ſie aus dem Bereiche der Anziehung des Mondes zu ſchleudern, ſo erſieht man leicht, wie wenig ſtichhaltig dieſe Hypotheſe iſt. — Im Allgemeinen zeigen ſich bei den Ausbrüchen beſonders dann große vulkaniſche Bomben, wenn der Vulkan lange geruht und der Krater ſich durch die erkaltende Lava verſtopft hat, ſo daß eine plötzliche ſehr bedeutende Kraftentwicklung dazu gehört, denſelben wieder zu öffnen. Der Veſuv liefert einen Beweis dazu in den großen Blöcken, welche am Abhange des Berges in den Schichten des Bimsſteintuffes begraben liegen. Ohne Zweifel ſind es dieſelben, welche einſt den Krater des Veſuv verſchloſſen und im Jahre 79 bei dem

berühmten Ausbruche, den uns Plinius ſchildert, herabgeſchleudert wurden. Die Geſchichtſchreiber berichten uns, daß vor jener Zeit der Krater des Veſuv eine fruchtbare Ebne bildete, in welcher Bäume grünten, Heerden weideten, und das Sklavenheer des Spartacus lagerte. In der Nähe jener Blöcke findet man noch verkohlte Bäume von Bimsſtein überlagert, traurige Zeugen eines Friedens, den der Zorn der Natur für immer verſcheuchte.

Alle dieſe Auswurfsſtoffe bilden entweder, wenn ſie ſich über der Ebne oder auf dem Meeresboden ablagern und vom Waſſer durchdrungen und verkittet werden, dichte Erdſchichten, die man vulkaniſche Tuffe nennt, oder ſie häufen ſich am Rande des Kraters auf und bilden den Aſchen- oder Ausbruchskegel. Natürlich trägt die herrſchende Richtung des Windes bei ihrer Aufſchüttung ſehr viel dazu bei, dem Kegel eine regelmäßigere oder unregelmäßigere Form zu geben; jedenfalls iſt er aber eine ſehr unbeſtändige und veränderliche Erſcheinung, die bald entſtehen, bald verſchwinden kann, wie es die Erfahrung bewieſen hat. — Ueber den gemeinſamen Urſprung dieſer Auswürflinge, der Aſche, der Lapilli, der Schlacken aus Lava kann zwar kein Zweifel mehr ſein; denn ſelbſt Aſche und Sand haben mikroſcopiſche Unterſuchungen als gleichſam gepulverte Lavatheilchen, als äußerſt kleine Körnchen und Blättchen von Feldſpath, Labrador, Augit, Titaneiſen und Magneteiſen nachgewieſen. Wie aber die Lava ſich ſo fein zertheilen könne, bleibt ein

Räthſel, deſſen Löſung den Geologen viele Mühe macht. Früher meinte man wohl auch, die Aſche werde, wie die Lapilli, durch die während des Ausbruchs an einander ſtoßenden, ſich gegenſeitig reibenden und zermalmenden Lavaſtücke erzeugt. Dem widerſpricht aber, daß die Aſchenauswürfe nicht während der heftigſten Perioden vulkaniſcher Thätigkeit, ſondern erſt gegen das Ende ihre größte Stärke erreichen, und daß ihre Mächtigkeit oft bei weitem die der emporgeſchleuderten Steine übertrifft. Eine eigenthümliche Beobachtung führte zu einer neuen Erklärung. Man fand nämlich, daß Thon- oder Kalkmaſſen, welche in einem ſtarken Feuer in eine ſchlackenartige Maſſe verwandelt waren, nach dem Erſtarren in eine innere Bewegung gerathen, ſo daß die Maſſe in wenig Augenblicken in ein aſchgraues Pulver zerfällt. Darauf geſtützt, hat man die Vermuthung gewagt, es möchte die vulkaniſche Aſche auf ähnliche Weiſe entſtehen. Da aber die größte Aſchenmenge erſt dann ausgeworfen wird, wenn ſchon viele flüſſige Lava im Krater vorhanden iſt, ja wohl gar kurz nach dem Abfluß der Lava, ſo verliert auch dieſe Annahme an Haltbarkeit. Man glaubt vielmehr, die feine Zertheilung der flüſſigen Lava rühre von den plötzlichen Durchbrüchen der entweichenden Gaſe durch die Lava her, indem dieſe theils dadurch, theils durch den Widerſtand der Luft ſo unendlich vertheilt und zerſtreut werde, daß ſie in Aſchenform davonſprühe, in der Luft erkalte und als Aſche zurückfalle. —

Dieſelbe gewaltige Kraft, welche Aſche, Lapilli, Schlacken und Steine emporwirft, iſt auch Urſache von der Hebung der Lava, des reichlichſten und zerſtörendſten Erzeugniſſes der Vulkane. Dieſe geſchmolzne Maſſe im Innern des Kraters hat eine unverkennbare Aehnlichkeit mit den geſchmolznen Maſſen in unſern Hochöfen, ſie wallt auf und ab, als befände ſie ſich im Zuſtande des Kochens; aber ſie umſchließt in ſich noch eine Menge ungeſchmolzner Maſſen, feſte Geſteine und Felsblöcke. Ein weißer Dampfballen pflegt nach jedem Stoße, welcher die Lavenſäule hebt, emporzuſteigen. Von Zeit zu Zeit erfolgen unter heftigen Bodenerſchütterungen Ausſchleuderungen zahlloſer glühender Stücke, die als ein Feuerregen auf die Umgebungen des Kraters niederſtürzen. Die Hebung der Lava im Krater beruht einfach auf der Ausdehnung neu gebildeter, einen Ausweg ſuchender Gaſe und Dämpfe, alſo in derſelben Kraft, welche die den Ausbrüchen vorangehenden Erſchütterungen des Bodens bewirkt. Da dieſen Gaſen und Dämpfen die Decke da am erſten nachgiebt, wo der Widerſtand am ſchwächſten iſt, ſo drängen ſie dieſen Widerſtand in der Richtung des Kraters empor, heben dabei fortwährend die Decke, ſchleudern beim Durchbruch die verſchiednen Auswurfsſtoffe heraus und ſprengen endlich die Wand des Kegels, wenn die Lavamaſſe durch ihren Druck auf die Dämpfe der Tiefe dieſe nöthigt durch die Wand ſelbſt ihren Ausweg zu nehmen. Dieſes Aufſteigen der Lava im Krater geſchieht oft allmählig Jahre lang

vor dem Ausbruche. In Folge eines Ausbruchs pflegt nämlich der Krater nach dem Abfluß der Lava zuſammenzuſtürzen und ſich zu einem tiefen Trichter zu geſtalten, deſſen Grund durch einen Kanal mit dem Innern in Verbindung ſteht. Verſtopft ſich dieſer Kanal, ſo iſt die Verbindung des Innern mit der Atmoſphäre verſchloſſen. So lange der Krater dieſe trichterförmige Vertiefung hat, iſt der Vulkan ruhig; fängt aber der Boden an ſich zu heben, wird der Trichter flacher, ſo arbeitet der Vulkan an einem neuen Ausbruch, denn jene Hebung des Trichterbodens iſt nur Folge des Aufſteigens der Lava. Wenn nun die oberſten Schichten zäher geworden ſind, ſo bilden ſich auf dieſer Decke neue Ausbruchskegel, aus deren Seiten oft glühende Lavaſtröme hervorbrechen und den Boden durch Ueberfließen erhöhen, bis endlich einer dieſer Ströme ſich über den Kraterrand ſtürzt und eine Strecke am Berge hinabfließt. Iſt der Vulkan hoch, ſo ſind die Dämpfe oft nicht kräftig genug, um die Lava bis zur Kratermündung zu erheben, oder es beſitzen vielmehr die Wände des Berges nicht hinreichende Stärke, dem Drucke der gewaltigen Lavaſäule zu widerſtehen; dann bildet ſich eine Seitenſpalte, aus welcher die Lava oft mit der Heftigkeit eines feurigen Springquells hervorbricht, bis die heißen Schlünde des Vulkans entleert, die Dämpfe entwichen ſind, und die noch im Krater ſtehende Lava, durch keine empordrängenden Gewalten mehr gehalten, ihrer Schwere gemäß wieder in die Tiefe hinabſinkt und die Trich-

tergeſtalt des Kraters wieder herſtellt. Zu den ſeltneren Fällen gehört es, wenn die Lava dem Krater ſelbſt entfließt; und auch dann ſind es immer nur niedrige Vulkane, ſolche, deren Höhe noch nicht die Baſis erreicht, auf welcher die Andenvulkane aufgerichtet ſind. Die größte Höhe, bis zu welcher ſich die Lava erhoben hat, zeigt der Kliutſchewskaja-Sopka in Kamtſchatka, welchem im September 1829 700 Fuß unterhalb des Gipfels, alſo in der überraſchenden Höhe von faſt 14000 Fuß ein gewaltiger Lavaſtrom entquoll. Nur ſehr ſelten haben die Rieſenvulkane der Anden Lava ergoſſen; in den meiſten Fällen vermochte ſich dieſe nicht einmal über die Höhe der Baſis zu erheben, auf welcher die Vulkane ruhen, alſo auch nicht die Seitenſpalten zu eröffnen, aus denen ſie an das Tageslicht treten konnte. Wahrſcheinlich gewinnen die Feuerſtröme dort andre Auswege, ſprengen die Klüfte des Innern und erfüllen unterirdiſche Spalten mit ihrem fremdartigen Geſtein.

Prachtvoll iſt der Anblick fließender Lavaſtröme zur Nachtzeit. Langſam wälzen ſich die breiten Gluthmaſſen dahin. Anfangs erglänzt ein einzelner feurigrother Punkt, bald folgen ihm tauſend andere, und blitzſchnell theilt ſich das Licht wie ein laufendes Feuer dem langen Streifen mit, der hier einfach, dort äſtig oder ſich kreuzend, vom Krater und aus Spalten des Abhanges zum Bergfuße hinabrinnt. Gewöhnlich bewegt ſich der ausfließende zähe Lavaſtrom ſehr langſam vorwärts, wenn er nicht etwa einen ſteilen Ab-

hang hinabſtürzt, wo er oft feurige Kaskaden von mehreren 100 Fuß bildet. Daher iſt die Möglichkeit der Rettung für lebende Weſen ziemlich leicht, zumal da man in vielen Fällen ſogar über einen fließenden Lavaſtrom ohne Gefahr hinübergelangen kann, weil die erſtarrte Kruſte den flüſſigen Kern deckt. Auf dieſe Weiſe retteten ſich die Nonnen eines Kloſters in Torre dell' Annunciata über die erſtarrte Decke eines 50 Fuß breiten Lavaſtroms, und bei der Zerſtörung von Torre del Greco im Jahre 1794 trugen ſogar Frauen auf ihren Köpfen Pulverfäſſer über die fließende, im Innern rothglühende Lava hinweg, deren zahlreiche Spalten erſtickende Dämpfe aushauchten. Aus der Oberfläche der Lavaſtröme brechen gewöhnlich Flammen hervor, welche man den unter ihnen brennenden Vegetabilien zuſchreibt. Oft ſcheint die ganze Gegend in Flammen zu ſtehen, und die Luft ſelbſt entzündet zu ſein, während unaufhörlich Blitze ſelbſt bis in große Entfernungen zucken. Obgleich die Glühhitze der Lava vielleicht dem Schmelzpunkte des Kupfers und Silbers gleichkommt, ſo wird doch ihre Oberfläche faſt augenblicklich feſt, ſobald ſie die Atmoſphäre berührt; aber die erſtarrte Rinde berſtet auch wieder nach allen Richtungen, und aus den Spalten ſteigen Dämpfe hervor. Im Innern des Lavaſtroms aber concentrirt ſich die Hitze und bleibt oft Jahre lang. Der engliſche Naturforſcher Hamilton fand die Lava des Veſuvausbruches von 1766 noch 5 Jahre nach ihrem Erguſſe ſo heiß, daß ſie Holz entzündete, und die ungeheure im Innern

an einzelnen Stellen über 480 Fuß mächtige Lavamaſſe, welche den Jorullo umgiebt, brannte noch 45 Jahre nach ihrem Auswurfe, als ſie Humboldt im Jahre 1803 beſuchte. Die Urſache dieſer langſamen Abkühlung im Innern liegt wohl darin, daß die erſtarrte obere Rinde der Lava, wie alle glasartigen Flüſſe, die Wärme nur noch ſchwach ausſtrahlen läßt. Unter heftigem Krachen bildet ſich dieſe ſtarre Schlackenrinde, welche dem fließenden Innern zur Decke dient. Hin und wieder wird ſie emporgehoben, berſtet, trennt ſich in Stücke durch ſtets erneuten Zufluß gedrängt, und ſinkt entweder in den Gluthfluß hinab oder ſetzt ſich zu beiden Seiten des Stromes feſt. So geſtaltet ſich eine Art von Kanal, in welchem die Lava fließt, der immer breiter und breiter wird, bis endlich die Außenfläche des Stroms ganz erhärtet und die am Grunde fließende Lava überbrückt. Daher kommt das wüſte und wilde Anſehen der meiſten Lavaſtröme, die gewaltigen Blöcke, welche überall hervorragen und oft zu hohen Wällen aufgethürmt ſind, daher die Löcher und Vertiefungen auf ihrer Oberfläche, die Schlackentrümmer, die ſie überdecken, die Haufwerke und Hügel von Blöcken an ihrem Fuße. Die ſchnelle Erkaltung der Lavaſtröme an ihrer Oberfläche iſt auch der Grund, weshalb das Ergießen der Lava in das Meer ohne alle heftigen Exploſionen vor ſich geht. Zwar wird Anfangs eine Menge Waſſer ziſchend in Dampf ververwandelt; aber das augenblickliche Erſtarren der Oberfläche hindert jede weitere Berührung mit der glühen-

den Lava, und die entſtehenden Spalten machen durch die augenblicklich ausgeſtoßnen Dämpfe das Eindringen des überfließenden Waſſers unmöglich, bis ihre Wandungen Feſtigkeit erlangt und ſich abgekühlt haben. —

Die Mächtigkeit und Ausdehnung der bei vulkaniſchen Ausbrüchen erzeugten Lavaſtröme iſt ungeheuer groß. Schon aus der Ferne erkennt man ſie in der Landſchaft. Wellenförmig durchziehen ſie als dunkel gefärbte Bänder die grüne Pflanzendecke. Auf Island ſieht man ganze Thäler mit Lava erfüllt, gewaltige Felsmaſſen ragen in den ſeltſamſten Geſtalten, oft Ruinen alter Bauwerke gleich, drohend empor. Zwei Ströme des Skaptaar-Yoekul vom J. 1783 haben bei einer Länge von 20 und einer Breite von 3 Meilen an einzelnen Stellen eine Mächtigkeit von 600 Fuß, und ihr Inhalt übertrifft nach einer Angabe 6mal die Größe des Montblanc, 631mal die des ganzen Veſuv. So erhöhen ſolche Lavamaſſen den Boden in der Umgebung der Vulkane außerordentlich, und oft reichen ſie bis in unbekannte Tiefen und meilenweite Entfernungen. Aber nicht bloß die Abhänge und Umgebungen des Vulkans überlagert die Lava, ſondern ſie dringt auch von unten in die Klüfte und Spalten des angrenzenden Bodens ein, getrieben von derſelben Kraft, welche ſie zum Kraterrande emporhebt. So bilden ſich Gänge, die mit Geſteinarten angefüllt ſind, die von denen ihrer Umgebung ganz abweichen, und man findet ſolche nicht bloß in der

Nähe der Vulkane, ſondern oft auch in weit von aller vulkaniſchen Thätigkeit entfernten Gegenden. —

Eine der intereſſanteſten und für die Geſchichte der Erdbildung wichtigſten Erſcheinungen iſt die mannigfache Veränderung, welche theils durch unmittelbare Berührung mit der feurig flüſſigen Lava, theils ſchon durch ihre Nähe und durch die ſie begleitenden Gasarten, andre Geſteinarten erleiden. Man faßt alle dieſe Umwandlungen unter dem Namen des Metamorphismus der Geſteine zuſammen. Eine ſehr gewöhnliche Aenderung dieſer Art erleidet die Farbe, indem durch die Hitze der Lava der organiſche oder metalliſche Farbeſtoff aus den erdigen Schichten ganz oder zum Theil verjagt wird. Die ſchwarzen Thonſchiefer werden heller gefärbt, weil ſich das Bitumen verflüchtigt hat, andre Thonlager färben ſich ſogar roth, wie unſre Ziegel. Bisweilen werden einzelne Beſtandtheile ganz verflüchtigt, beſonders wäſſrige; die Geſteinmaſſe gewinnt an Härte und Feſtigkeit oder erleidet doch durch die Hitze eine Aenderung ſeines Gefüges. Kalkſteinſtücke ſind geſchmolzen und ſandig-körnig geworden, ſelbſt Thonſchieferſtücke und Granite überglaſt oder aufgebläht und zum Theil verſchlackt. Wir werden ſpäter darauf zurückkomuen.

Die Laven ſelbſt beſtehen größtentheils aus Feldſpath, Augit, Leuzit, Titan- nnd Magneteiſen, und man unterſcheidet ſie durch die vorherrſchende Menge des einen oder andern dieſer Mineralien als Feldſpath-, Augit- und Leuzitlaven. Aber ſelbſt die La-

ven deſſelben Vulkans zeigen ſo auffallende Unterſchiede und gehen ſo in einander über, daß ſich eine beſtimmte Beſchreibung, die auf alle paßt, nicht entwerfen läßt. Auch hinſichtlich der Form unterſcheidet man ſie als erdige, Stein- und Glaslaven. Die letzteren enthalten beſonders den Obſidian, eine ſchwarze, wie Glas klingende und ſchneidende Maſſe, die wahrſcheinlich aus einer andern Felsart, dem Trachyt, durch Schmelzung entſtanden iſt und ihre glasartige Natur einer ſehr ſchnellen Abkühlung verdankt; denn Verſuche haben gelehrt, daß geſchmolzne Mineralmaſſen, wie die der Laven, kryſtalliniſch werden, wenn ſie ſich ſehr langſam, glaſig, wenn ſie ſich ſehr ſchnell abkühlen. Der lockere poröſe Bimsſtein, der in vielen vulkaniſchen Gegenden, namentlich häufig auf Obſidianſtrömen gefunden wird, iſt gleicher Natur und gleichen Urſprungs mit dem Obſidian. Seine ſchaumartige Beſchaffenheit rührt nur von den heftigen Gasentwicklungen in den glühenden Maſſen her. Wenn die Erkaltung der flüſſigen Maſſe langſamer vor ſich geht, ſo erhalten wir die Steinlaven, welche granitiſche heißen, wenn ſie entſchieden kryſtalliniſches Gefüge und Abſonderung ihrer Beſtandtheile in großen Parthien zeigen, oder Porphyrlaven, wenn nur einzelne Kryſtalle in einer derben Grundmaſſe wie eingeknetet erſcheinen, endlich baſaltiſche, wenn die ganze Subſtanz feinkörnig, die Beſtandtheile innig und gleichmäßig gemiſcht ſind. Bei ganz allmähliger Erkaltung erhalten wir zuletzt die erdigen Laven, die, wie ſchon ihr

Name zeigt, aus ſehr feinen kryſtalliniſchen Theilchen beſtehen.

Auch alle dieſe Feuererzeugniſſe der Natur haben Kunſt und Gewerbfleiß des Menſchen ſich dienſtbar gemacht. Schon unter den Urbewohnern Mexikos ſpielte der Obſidian eine wichtige Rolle; er vertrat ihnen Eiſen und Feuerſtein. Pfeilſpitzen, Streitärte und Opfermeſſer wurden aus dieſem Lavaglas gefertigt. Die Spanier wußten ſich ſogar Raſiermeſſer aus Obſidian zu bereiten, und den Römern lieferte er nach Plinius' Bericht das Material zu prachtvollen Spiegeln, welche aber nicht die Gegenſtände mit ihren Farben, ſondern nur deren Schatten wiedergaben. Aus baſaltiſchen Schlacken wurden von der Römerzeit bis jetzt die berühmten Rheiniſchen Mühlſteine gehauen. Die großartigen Steinbrüche von Niedermendig unſern Andernach in der Nähe des Laacherſees liefern das Material, und Ruinen in Northumberland und Yorkſhire beweiſen, daß man ſchon vor Jahrtauſenden jenes Geſtein an weitentlegnen Orten zu benutzen wußte. Auch vulkaniſche Tuffe werden zu Bauſteinen, Brunneneinfaſſungen und Trauſſteinen bearbeitet. Beſonders ſind es wieder die mächtigen Traßablagerungen am Niederrhein, welche das Brohlthal und ſeine Umgebungen erfüllen, von denen der mannigfachſte Gebrauch gemacht wird. Bald mahlt man den Traß zu Pulver und benutzt ihn, mit Kalk verbunden, als Waſſermörtel; bald ſpaltet man ihn in Quader für feſte Bauwerke, Feſtungen, Thürme

und Schlöſſer; bald dient er, wie der berühmte Weiberſtein, zu den feinſten Verzierungen, zu Bildwerken an Kirchen, zu Altären und Grabmälern. So weiß der Menſch die todten Zeugen einer blinden und zerſtörenden Naturkraft in lebendige Denkmäler ſeiner Geiſtesgröße und ſeines Kunſtfleißes zu verwandeln.

Nach dieſer Betrachtung der noch jetzt herrſchenden vulkaniſchen Thätigkeit unſers Erdinnern und ihrer Erzeugniſſe müſſen wir auch einen Blick auf die erloſchnen Vulkane werfen, jene Zeugen einer Lebensregung, von welcher zwar jede Ueberlieferung ſchweigt, die aber doch einer Periode anzugehören ſcheinen, in welcher unſre Kontinente ihre jetzige Geſtalt ſchon größtentheils erhalten haben mochten. Im Allgemeinen kann man diejenigen Berge als erloſchne oder ausgebrannte Vulkane bezeichnen, deren Felsarten uns deutlich zu erkennen geben, daß ſie früher in einem mehr oder minder feurigen Fluſſe geweſen ſind, wie Baſalte, Dolerite und Trachyte. Auch dieſe Geſteine ſind wie die Laven unter Mitwirkung des Feuers an die Oberfläche getreten, aber nicht immer iſt daſſelbe an der äußern Erdoberfläche ſichtbar zum Vorſchein gekommen. Man könnte daher, wollte man ſchärfer unterſcheiden, die ſo entſtandenen Berge von der Zahl der eigentlich ſogenannten erloſchnen und ausgebrannten Vulkane ausſchließen, immer aber wird man ſie vulkaniſche Berge nennen müſſen. Man könnte dann auch unterſcheiden Erhebungen, die ihre Entſtehung aufgeſchütteten Stoffen verdanken, wie ſie noch jetzt

aus den Kratern brennender Vulkane ausgeworfen werden, und ſolche, die ihren Urſprung in dem Emporquellen heißer, zäher Maſſen aus dem Innern des Erdballs haben. Dergleichen Berge beſtehen aus Baſalten und Doleriten, die überall, wo ſie die über ihnen befindliche Erdkruſte durchbrachen, die entſtandnen Räume ausfüllten, ſich über ſie erhoben und ſeitwärts abfließend einen Theil dieſer Kruſte überdeckten. Will man aber auch ſolche baſaltiſche Gebilde, die ungemein häufig ſind, nicht zu den erloſchnen Vulkanen zählen, ſo wird man wenigſtens diejenigen Berge, die noch Spuren früherer Krater und ſelbſt Laven aufweiſen, die von den baſaltiſchen Geſteinen aber ſchwer zu trennen ſind, mit vollem Rechte ausgebrannte Vulkane nennen können; wiewohl dann wieder die Schwierigkeit eintritt, zu beſtimmen, welche vulkaniſche Berge wirklich erloſchen, welche noch thätig ſind. Denn die Entſtehung neuer Vulkane in hiſtoriſcher Zeit an Orten, die entfernt von Bergketten ſind, ſelbſt im Meere, die Ausbrüche jetzt thätiger Vulkane nach Jahrhunderten der Ruhe zeigen uns, daß von keiner Gegend der Erde verſichert werden kann, ſie ſei von Gefahren der vulkaniſchen Thätigkeit frei, wie ja auch die mit den Vulkanen ſo innig verwandten Erdbeben nicht leicht einen Punkt der Erde verſchonen. Eine ſcharfe Grenze zwiſchen erloſchnen und thätigen Vulkanen läßt ſich nicht ziehen. Wir ſprechen daher hier von vulkaniſchen Bildungen überhaupt. Die älteren vulkaniſchen Bildungen unterſcheiden ſich von den jüngeren,

noch unter unſern Augen vorgehenden, durch die Größe ihrer Verhältniſſe und deuten dadurch vielleicht auf einſtige gewaltigere Kraftäußerungen der Vulkanität, auf eine heftigere Reaction des Erdinnern gegen die Oberfläche, wenn ſie ihren Grund nicht in einer vormals dünneren Erdrinde haben, welche den empordrängenden Gewalten geringeren Widerſtand zu leiſten vermochte.

Unter den ausgezeichneten älteren vulkaniſchen Landſtrichen erwähnte ich oben ſchon die niederrheiniſchen Gebirge, beſonders die Eifel mit dem Laacherſee, die franzöſiſchen Landſchaften Vivarais und Velais und die Auvergne mit ihren 50 Schlackenkegeln, den Puys, mit noch ſo friſch ausſehenden Schlacken und Laven, als wären ſie eben erſt ausgeworfen. Die weite Zone der ältern vulkaniſchen Gebilde Deutſchlands zieht ſich von der Eifel durch die rheiniſchen Baſaltgebirge in die Treppe des Siebengebirges, den Weſterwald, das Vogelsgebirge, die hohe Rhön und das Erzgebirge bis nach Böhmen hin. Altvulkaniſche Gegenden ſind ferner Island, die Faröer- und Shetlandsinſeln, die Hebriden, die britiſchen und iriſchen Küſten; in Italien die phlegräiſchen Felder und die Umgegend von Rom, wo das Gebirge von Albano und der M. Cimini bei Viterbo Centralpunkte der vulkaniſchen Thätigkeit geweſen zu ſein ſcheinen. Auch in Aſien finden ſich viele erloſchne Vulkane. Die Zerſtörung von Sodom und Gomorrha muß als die Wirkung vulkaniſcher Ausbrüche angeſehen werden, und

die Erdbeben in Syrien bezeugen die noch fortdauernde Thätigkeit des vulkaniſchen Heerdes der dortigen Feuerberge. Die Gegend von Saſſa bei Jeruſalem iſt ganz vulkaniſch, überſät mit Lavaſtücken und Baſalten, voll Spalten und kleiner Krater. Amerika iſt vollends reich an brennenden und erloſchnen Vulkanen, zu denen ſelbſt die höchſten Gipfel, der Chimboraſſo, der Nevado de Toluca und andre gehören. Auch dieſe altvulkaniſchen Laven, die Dolerite, Baſalte und Trachyte hatten bei ihrem Emporquellen, wie die heutigen, eine Metamorphoſe ſolcher Geſteine zur Folge, mit denen ſie in Berührung gekommen ſind, oder denen ſie ſich genähert haben. Folgen davon waren Aenderungen in der Farbe, Zunahme an Dichtigkeit, oder ein erlangtes kryſtalliniſches Gefüge, Spuren von Schmelzungen und Verglaſungen. Baſalt- und Doleritgänge, welche Kreidegänge durchſetzen, haben dieſe in körnigen Marmor und isländiſchen Doppelſpath verwandelt, oder in Gyps und Alabaſter, wenn ſie ſchwefelhaltige Waſſerdämpfe mit ſich führten. Am merkwürdigſten iſt die Granitbildung im Thonſchiefer durch Berührung mit Baſalt und die Erzeugung einer großen Menge ſehr ſchöner Kryſtalle, des Veſuvians und Augits, welche ſich an den Berührungsflächen der Ausbruchs- und Schichtengeſteine entwickelten.

Die geſammten vulkaniſchen Erſcheinungen ſind offenbar Folgen gewaltiger Kraftäußerungen im Innern unſers Planeten. Darum irrte die Vorzeit, wenn ſie dieſelben, wie die Erdbrände der Steinkohlenflötze

oder Eiſenkieſe, von lokalen Urſachen und dem Daſein gewiſſer feuernährender Stoffe abhängig machte. Wir können uns nicht ſo unermeßliche Vorräthe von Steinkohlen denken, daß die Jahrtauſende dauernde Thätigkeit vieler Feuerberge ſie nicht aufgezehrt hätte. Steinkohlen ſind ja Ueberreſte der Pflanzenwelt, jüngeren Zeiten angehörig und darum nicht in ſo ungeheuren Tiefen gelagert, wie ſie dem Heerde von Vulkanen zuerkannt werden müſſen. Wir können die vulkaniſchen Erſcheinungen vielmehr allein von der Wärme im Innern der Erde, dieſer allverbreiteten, überall ſich verkündenden Macht herleiten. Ihre unentbehrlichen Diener und Werkzeuge ſind die Waſſerdämpfe, welche aus dem atmoſphäriſchen Waſſer erzeugt werden, das in die Spalten und Klüfte des Vulkans eindringt, wobei natürlich das in die Erde ſinkende Meerwaſſer bei am Meere gelegnen Vulkanen, zu deren Heerd es gelangen kann, nicht ausgeſchloſſen bleibt. Wenn nun auch die Spannung der Waſſerdämpfe bei einer Temperatur, die ihnen durch die Schmelzhitze der Laven mitgetheilt wird, nicht ausreichen dürfte, um eine Lavaſäule, welche den Krater bis zum Heerde hinab ausfüllt, in die Höhe zu werfen, ſo ſahen wir ſchon, daß dieſer Waſſerdampf neben und durch die geſchmolzene Lava aufſteigt und deren obere Lagen emporſchleudert. Auch die Perioden der Ruhe nach beendigten Ausbrüchen laſſen ſich leicht erklären. So lange nämlich das Waſſer durch die Kanäle des Vulkans zu dem unterirdiſchen Feuerheerde gelangen kann, werden

ſich Dämpfe entwickeln und den Vulkan in Thätigkeit erhalten; wenn aber beim Ausbruch durch die Lava dieſe Kanäle verſtopft werden, ſo iſt der Zufluß des Waſſers gehemmt, und es müſſen Perioden der Ruhe eintreten. Auch die in den glühend heißen Dämpfen geſchmolznen oder erweichten Maſſen können die Riſſe und Spalten im Berge verſtopfen und dieſelben Folgen herbeiführen. Durch die Dämpfe werden aber nicht nur die Laven herausgeſchleudert, ſondern auch die zahlreichen Hebungen und die Erdbeben bewirkt. Eine zufällige Erſcheinung im Kleinen gab Veranlaſſung auf die Erdbeben im Großen zu ſchließen. Auf der Sainerhütte wurde ein 14 Fuß langer, 31000 Pfund ſchwerer eiſerner Cylinder gegoſſen. Nach Anfüllung der Form mit dem flüſſigen Eiſen brach dieſes unten durch und ſank noch 11 Fuß unter die Form, alſo 25 Fuß tief in den ſandigen Boden. Bald darauf erfolgte eine erdbebenartige Erſchütterung von ſolcher Heftigkeit, daß die Arbeiter den Einſturz des Hauſes fürchteten; ungefähr eine halbe Stunde nachher erfolgte eine zweite, nach 24 Stunden eine dritte Erſchütterung. Da nun ungefähr in dieſer Tiefe Kanäle lagen, welche das Regenwaſſer ſammelten, ſo wurde durch dieſe wahrſcheinlich Waſſer herbeigeführt, wofür auch unmittelbar nach dem Stoße aus den Kanälen aufſteigende Dampfwolken ſprachen. Leicht erklärlich iſt es nun, daß dieſe durch Sand und Schlamm in Folge der Exploſionen für eine Zeitlang verſtopft wurden, bis das Waſſer allmählig wieder zu dem

heißen Eiſen gelangte. So mögen auch die Waſſerdämpfe und andre Gaſe, welche im Innern der Erde entwickelt werden, die Erſchütterungen der Erdbeben erzeugen; und bedenkt man den innigen Zuſammenhang der vulkaniſchen Thätigkeiten und der Erdbeben, ſo kann man nicht mehr zweifeln, daß gleiche Urſachen beide hervorbringen. Aber der Heerd dieſer unheilvollen bewegenden Kraft liegt unſtreitig tief unter der Erdrinde, in unermeßlichen Höhlen, von deren Größe uns nur die durch Pendelſchwingungen gemeſſene Höhlung unter dem Pichincha, welche $1^1/_2$ Kubikmeile beträgt, einen annähernden Begriff giebt. Dieſe Höhlen liegen aber nicht nur unter der Eſſe des Vulkans, ſondern ſind, wie die Erſchütterungskreiſe der Erdbeben uns lehren, weithin unter der Erdrinde ausgebreitet und verzweigt, und hängen vielleicht mit noch größeren in bedeutenderer Tiefe zuſammen. Vielleicht gelingt es einſt durch genauere Beobachtungen über Richtung, Verbreitung und Stärke der Erdbeben die Geſtalt, Größe und Lage dieſer hohlen Räume annähernd zu beſtimmen. An ihrem Vorhandenſein dürfen wir nicht zweifeln. Dafür ſpricht der innere Zuſammenhang der vulkaniſchen Heerde ſelbſt zwiſchen ſehr entfernten Punkten zu klar. Erderſchütterungen hören auf, wenn ſich die eingepreßten Dämpfe irgendwo in weiter Ferne einen Ausweg verſchafft haben; thätige Vulkane halten plötzlich inne, wenn Erdbeben entfernte Gegenden verwüſten, als ob dort vor ſich gehende Veränderungen im vulkaniſchen Heerde auch

im Vulkan die gewohnte Thätigkeit ſtörten, dem offnen Schlunde auf Zeiten ſeine Dampfmaſſen entzögen und ſie in der Tiefe zurückhielten. —

Alle dieſe bisher betrachteten Schöpfungen der Natur ſind nur Fortſetzungen derjenigen, welche in eine unendliche Vergangenheit hinaufreichen. Sie ließen uns ahnen, welche wichtige Rolle die vulkaniſche Thätigkeit des Erdinnern einſt in dem großen Drama ſpielte, welches unſrer Erde ihre jetzige Geſtalt und Bildung gab. Vier Geſteinarten waren es, welche wir die vulkaniſchen Mächte ſchaffen ſahen: Vulkaniſche Felsarten oder Lavageſteine, welche im geſchmolznen Zuſtande hervorbrachen, geſchichtete Geſteine oder vulkaniſche Sedimente, welche durch das Niederfallen der Auswurfsſtoffe in Luft und Waſſer ſich bildeten, metamorphoſirte oder umgewandelte Geſteine, welche in ihrer innern Struktur, Farbe und Schichtung durch Berührung mit vulkaniſchen Gluthmaſſen oder Dämpfen umgewandelt wurden, endlich die Konglomerate oder Trümmergeſteine, durch Verkittung zertrümmerter ungleichartiger Felsarten entſtanden. Mögen dieſe Bildungen auch nur ein ſchwacher Abglanz von dem ſein, was bei geſteigerter Thätigkeit des Erdenlebens in dem chaotiſchen Zuſtande der Urwelt unter günſtigeren Bedingungen des Druckes und der Wärme ſowohl der ganzen Erdrinde, als des mit Dämpfen geſättigten und ausgedehnten Luftkreiſes geſchehen iſt, mögen in der Urzeit weit rieſenhaftere Feuergeiſter gewaltet haben: ſo waren ſie es dennoch nicht allein,

welche unſrer Erdoberfläche ihre Geſtalt gaben und unſre Erdrinde erfüllten.

Wir bemerken noch viel ungeheurere Maſſen, welche durch ihre Schichtung offenbar die Spuren einer ganz andern Macht als der des Feuers an ſich tragen. Gewiß iſt der größte Theil der Erdrinde das Produkt ruhiger langſamer Bildungen des Waſſers, wie wir ſie noch heute aus Meeren und Seen, Flüſſen und Quellen entſtehen ſehen; und dieſe Bildungen ſind um ſo wichtiger, als ſie zugleich das organiſche Leben ins Daſein riefen. Zwar zerſprengten an verſchiednen Orten und zu verſchiednen Zeiten die Gewalten der Tiefe die neugebildeten Schichten, hoben feurigflüſſige Maſſen zu Bergen empor und richteten die zerriſſnen Schichten an ihnen auf. Auch zerſtörten ſolche Ausbrüche das Leben der Organismen durch Hitze und giftige Dämpfe und erfüllten mit ihren Leichen die Schichten, die ſich nach der Ruhe aufs Neue bildeten, damit wir in ihren Blättern noch nach Jahrtauſenden die Urgeſchichte unſres Erdkörpers leſen können. Jene Kräfte, welche dieſe Schichten bildeten, wirken noch jetzt in gleicher Weiſe fort, langſam freilich und allmählich, ſo daß ihre Wirkungen unſern Sinnen erſt nach einer Reihe von Jahrtauſenden ſichtbar werden, in welche ſelbſt unſre älteſten Sagen und Mythen nicht mehr hinaufreichen. Und doch ſind grade die Umwandlungen, die ſie ſchaffen, die gewaltigſten. Jene großartigen Erſcheinungen, welche hie und da plötzlich mit ungemein in die Augen ſpringenden Wir-

kungen hervortreten, sind unbedeutend im Vergleich zu den still und unausgesetzt wirkenden Kräften; sie erscheinen uns furchtbar, weil sie uns selbst mehr betreffen, als den Erdball, auf dem sie oft kaum eine Spur zurücklassen. So ist es ja auch im Menschenleben. Nicht die augenblicklichen heftigen Regungen des Gemüths, die schnell aufflammenden und scheinbar rings Vernichtung drohenden Leidenschaften sind es, welche die Spuren der Verwüstung den lebensfrischen Gesichtszügen aufdrücken. Sie drohen gewaltig, aber sie gehen schnell vorüber. Die stillen Leiden der Seele aber, Gram, Sorge, Reue, sie sind es, die am innern Lebensmark nagen, die unbemerkt aber sicher die Blüthe zerstören und die vorzeitigen Furchen des Alters ziehen. So wirken auch die bildenden Kräfte der Natur langsam und im Stillen fort, Länder zertrümmernd und Länder aufbauend. Millionen von Jahren bedurfte es, ehe der Mensch den Schauplatz seines Wirkens betreten konnte, der vermessen genug wohl glaubt, um seinetwillen allein habe die Schöpfungskraft der Natur gearbeitet, für ihn seien unnatürliche, gesetzlose Riesenkräfte in Thätigkeit gewesen, um ihm eilends einen Garten zu bereiten, in welchem er thatenlos die müßigen Tage seines Daseins verträumen könnte. —

2) Wirkungen der neptunischen Kräfte.

Der ewig schaffenden und gestaltenden, das Alte zertrümmernden, Neues emportreibenden Kraft des

Feuers wirkt eine andre Kraft entgegen, langſam und kaum bemerkt, aber unausgeſetzt, welche Alles auszugleichen und zu ebnen ſtrebt, aber dennoch in allen ihren Zerſtörungen und Zertrümmerungen willenlos die Urſache neuer mächtiger Schöpfungen wird. Dieſe Kraft iſt das Waſſer. Wir wollen ihren Schöpfungen in ihrem urſächlichen Zuſammenhange und in ihrer Bedeutſamkeit für die Geſchichte der Erdbildung nachforſchen. Die geſchichteten Geſteine ſind die Denkmäler ihrer Thätigkeit, welche uns die wichtigſten und älteſten Züge unſrer Erdgeſchichte erzählen; denn ſie ſind die Geburts- und Grabſtätte der ganzen organiſchen Welt, jener längſt in ihnen ſtarrgewordenen Geſchöpfe der Urwelt, wie der noch heut lebenden und entſtehenden. Auch ſie konnten nur aus gewaltigen Zerſtörungen hervorgehen; aber ſie ſtammen nicht aus der Unterwelt, ſondern ſind Trümmer der Geſteine der Oberwelt, oft gerade jener Maſſen, welche die unterirdiſchen Gewalten mit ſo großem Kraftaufwand emporgehoben. Der zerſtörende Feind aber war das Waſſer, welches immer bemüht iſt, alle Ungleichheiten und Erhöhungen, welche die feurige Macht des Innern ſchafft, wieder zu vernichten und auszugleichen. Doch wie es auf Erden kein Vernichten, ſondern nur ein Verwandeln giebt, alles Zerſtören immer auch ein Schaffen und Aufbauen iſt, ſo iſt das Waſſer durch ſeine Auflöſung und Zertrümmerung der feſten Geſteine immer auch zugleich der Schöpfer neuer Gebilde, neuer Erdlagen und Felsmaſſen. Noch gegen-

wärtig geht die Bildung der Erdoberfläche fort unter dem beſtändigen Kampfe feindlicher Mächte, des Feuers und des Waſſers; und doch arbeiten beide zu einem Ziele hin, dem organiſchen Leben auf der Erde eine ſichre Wohnſtätte zu bereiten. Beide ſtammen aus einem Urſprung, aus dem Innern der Erde, beide ſind Quellen flüſſiger Maſſen, die von den innern Gewalten emporgetrieben werden. Aus den weiten Schlünden der Vulkane ſtürzten mit lauter Gewalt und donnerndem Gebrüll Feuerfluthen und glühende Erdſtröme hervor; aus den kleinen Spalten der Geſteine rieſeln ſanfte Waſſerquellen, die immer mächtiger anſchwellen, als wilde Gießbäche von den Felſen ſtürzen, in breiten Strömen die Ebenen durchziehen und überall langſam aber ſicher den Boden umwandelnd neue Landſtriche ſchaffen und alte zerſtören.

Wie der Saft in der Pflanze, das Blut im Thiere überall auf dem Umlauf durch den organiſchen Körper Leben und Bewegung, Geſundheit und Wachsthum verbreiten, ſo durchzieht ein belebendes und ernährendes Adernetz auch die Oberfläche unſrer Erde. Das Waſſer iſt der Quell des irdiſchen Lebens, ſein Kreislauf von der Erde zur Atmoſphäre und von der Atmoſphäre zur Erde erweckt die ſchlummernden Geiſteskräfte der Natur. Der ſtarre Felſen, benetzt von feuchten Nebeln, bekleidet ſich mit einer zarten Moosdecke, die verbrannten Fluren ſchmücken ſich unter dem Thau des Himmels mit lieblichen Blumen, dem dürren Baum entlockt der ſtrömende Regen ein friſches

Grün. Wo der Bach seine silbernen Wellen kräuselt, regt sich der Thiere buntes Leben, wird die Natur laut im schwirrenden Käfer, im singenden Vogel; wo der Fluß seine majestätischen Fluthen wälzt, entblühen Dörfer und Städte, Gärten und Felder an seinen grünenden Ufern. Die Meere beleben sich mit den Schätzen der Länder, den Kunsterzeugnissen der Völker, sie werden die Brücken des Handels und der Kultur, die Träger des Menschengeistes von Welttheil zu Welttheil. Von Himmel und Erde entquillt der Segen und umspinnt das gesammte Leben mit einem ernährenden Netze.

Es ist eine bekannte Thatsache, daß überall, nicht nur in der Nähe von Flüssen und Seen, die Erdoberfläche feucht ist. Diese Feuchtigkeit wird theils durch den Niederschlag des verdunsteten Wassers aus der Atmosphäre bewirkt, theils durch Anziehung aus größerer Tiefe, theils durch den Druck naher Wasserbehälter, wie ja Anwohner von Seen und Flüssen wohl wissen, daß sich im Niveau derselben stets Wasser findet. Schattige Orte, namentlich den Sonnenstrahlen unzugängliche Schluchten, belaubte oder mit Moos bewachsene Bergspitzen sieht man immer feucht, sogar naß, weil sie hauptsächlich den Thau und die Nebel aufnehmen. Durch Sonnenhitze und warme Winde wird fortwährend eine starke Verdunstung der Niederschläge erzeugt. Die niedergefallnen Wasser kehren zum Theil von Neuem in die Atmosphäre zurück, um zur Ernährung des Vegetationsprozesses verbraucht

zu werden; das übrige dringt in den Boden ein, bis es durch Thonlagen oder Felsen, die ihm den Durchgang versagen, aufgehalten wird, sich ansammelt und dann an geeigneten Stellen von selbst wieder in Quellen an die Oberfläche hervorbricht. Dies ist die älteste und einfachste Ansicht vom Ursprung der Quellen, die Ansicht des größten Denkers des Alterthums, des Aristoteles. Sie ist begründet in dem bestimmten Zusammenhange zwischen der Regenmenge und dem Quellenreichthum eines Ortes. Als im vorigen Jahrhundert ein heftiger Streit über diesen Gegenstand entstanden war, verfiel man darauf, einen direkten Beweis durch Berechnung der Einnahme und Ausgabe des atmosphärischen Wassers zu suchen. Thau, Regen und Schnee und die großen Nebel- und Wolkenmassen, welche fortwährend die Berge umlagern und ihr Wasser an ihnen absetzen, sind die verschiednen Quellen, aus denen die Einnahmen fließen, während die Ausgabe durch Verdunstung, Ernährung der Pflanzen und Thiere und durch die Fortführung des Wassers aus den Quellen durch die Flüsse zum Meere geschieht. Mariotte war der Erste, welcher zu berechnen suchte, ob die innerhalb eines Stromgebiets gefallne Regenmenge hinreichend sei, um die Wassermasse zu liefern, welche der Strom innerhalb dieser Periode dem Meere zuschickt. Er wählte das Flußgebiet der Seine, und sein Resultat war der aufgestellten Annahme vom Ursprung der Quellen in hohem Grade günstig; denn er fand, daß nur $^1/_6$ des

atmoſphäriſchen Waſſers dem Meere zufließe, während die übrigen $^5/_6$ theils durch Verdunſtung, theils von Pflanzen und Thieren verbraucht würden. Aber es zeigte ſich hier die Schwierigkeit zu beſtimmen, von welchen Punkten überall auf dem Feſtlande einem Fluſſe, deſſen Zuflüſſe ſich mit denen ſeiner Nachbarſtröme verwirren, Waſſer zugeführt werde, und darum wählte 100 Jahre ſpäter Dalton ein Inſelland, England, zum Gegenſtand ſeiner Berechnung. Er fand, wenn er alle atmoſphäriſchen Niederſchläge in Geſtalt von Regen, Schnee und Thau in Betracht zog und nur die aus Nebel und Wolken unberückſichtigt ließ, eine jährliche Waſſermenge von $36^1/_2$ Zoll, welche auf dem ganzen Boden Englands vertheilt die ungeheure Menge von $4^1/_2$ Kubikmeile ergab. Durch die Themſe fließt aber nur $^1/_{25}$ davon ins Meer, und da ihr Flußgebiet ungefähr den 8ten Theil ganz Englands ausmacht, ſo würden alle Flüſſe zuſammen nur $^9/_{25}$ jener Waſſermenge dem Meere zuführen. Aber auch die Verdunſtungsmenge zog Dalton in Rechnung und fand ſie $= {}^{17}/_{25}$, ſo daß alſo $^1/_{25}$ mehr durch Ströme und Verdunſtung fortgeführt wurde, als die Niederſchläge geliefert haben konnten. Dies Deficit ließ ſich aber leicht decken durch die aus den Wolken und Nebeln auf den Bergen ſtattfindenden Niederſchläge, ſo daß das von Dalton gewonnene Reſultat wohl als ein ziemlich genügender Beweis für den atmoſphäriſchen Urſprung der Quellen gelten kann. Wenigſtens haben alle ähnlichen Berechnungen die That-

ſache beſtätigt, daß kaum $^1/_3$ der niedergeſchlagenen Waſſermenge durch die Ströme dem Meere zugeführt werde. Freilich ſcheinen manche Ereigniſſe, beſonders in Gebirgsgegenden ſich nicht ganz mit dieſer Anſicht vereinigen zu laſſen. Wenn oft plötzlich die Flüſſe von ihren Quellen an austreten, die Gebirgsthäler überſchwemmen, alle Zweige eines Stromſyſtems ungeheure Waſſermaſſen dahinwälzen, und der Hauptſtrom zu einer unerhörten Höhe über ſeinen gewöhnlichen Waſſerſtand anſchwillt, und wenn ein ſolches Ereigniß ſich oft auf mehr als ein Stromgebiet gleichzeitig ausdehnt; dann möchte man geneigt ſein, bei dem furchtbaren Anblick der durch die ungeheuren Waſſermaſſen angerichteten Verheerungen zu außerordentlichen Urſachen der plötzlichen Waſſervermehrung ſeine Zuflucht zu nehmen, weil dieſe ja in keinem Verhältniß zu der gefallnen Regenmenge zu ſtehen ſcheint. Als ſich im Winter 1824 mit dem Austreten ſo vieler Flüſſe des nördlichen und ſüdlichen Deutſchlands eine ungewohnte Bewegung zeigte und gewaltige Sturmfluthen an den Küſten der Nordſee und bei Petersburg unerhörte Eingriffe in das Land machten, als in jenen Tagen im hohen Gebirge plötzlich waſſerreiche Quellen an Orten ausbrachen, wo ſonſt keine Spur davon war; da ſchien es vollends unmöglich die Ueberſchwemmungen bloß von atmoſphäriſchem Waſſer herzuleiten; eine Aufregung im Innern der Erde, welche die gewöhnliche Ordnung der Natur verwirrte und den Waſſern der Tiefe plötzlich den Ausgang in's

Freie geſtattete, wurde nun als erklärende Urſache dieſes außerordentlichen Phänomens in Anſpruch genommen. Dennoch zeigte ſich dieſe Annahme grundlos; denn unſtreitig konnten die angenommenen unterirdiſchen Waſſerbehälter ſich ihrer Waſſer nur durch Einſenkung der Decke oder durch Erhebung ihres Bodens entleeren. Aber von ſolchen Veränderungen ließ ſich nichts bemerken. Sie hätten nur durch Erdbeben bewirkt werden können, und wenn auch in derſelben Zeit Erderſchütterungen in der Schweiz und im Schwarzwalde verſpürt wurden, ſo waren ſie doch nicht von einer ſolchen Bedeutung, daß ſie die unterirdiſchen Waſſer um 800 Fuß hätten emportreiben können. So gewaltige Erdbeben hätten keinen Stein auf dem andern gelaſſen. Zugleich iſt das ganze Hügelland von Schwaben von ſehr ausgedehnten Salzlagern durchzogen, die doch auch von dieſer emportreibenden Kraft nicht ganz unberührt bleiben konnten; aber die Waſſer blieben ſüß, und die zahlreichen dortigen Salzquellen nahmen keinen Theil an der allgemeinen Vermehrung des Waſſerzufluſſes. Nähere Betrachtungen zeigten, daß ſich auch jene Ereigniſſe wohl aus atmoſphäriſchen Urſachen ableiten ließen. Nachdem es ſchon vom Juli bis September dieſes Jahres bei niedriger Temperatur, alſo geringer Verdunſtung, ungewöhnlich viel geregnet hatte, folgten zu Ende Oktobers die heftigſten Regengüſſe begleitet von warmen Südwinden, welche den frühgefallnen Schnee des Schwarzwalds und der Tyroler und Schweizer Voralpen ſchmolzen.

Der ungeheure Zufluß einer ſo plötzlich losgelaſſnen Waſſermaſſe mußte nothwendig, wie 10 Jahre ſpäter in den Thälern des St. Gotthard, große Ueberſchwemmungen erzeugen. Bei ſolchen Thatſachen kann man wohl nicht mehr am atmoſphäriſchen Urſprung der Quellen zweifeln. Wenn man daher in mehreren Gegenden beobachtet hat, daß die Waſſermenge der Quellen und Flüſſe ſich vermindert hat, ſo iſt dieſer Verluſt meiſt auf Rechnung verminderten Regens zu ſetzen, der eine Folge von Ausrodung der Wälder oder ſonſtiger Austrocknung des Landes iſt. Denn wo es ſelten regnet oder thaut, da ſind wenig oder gar keine Quellen, wie in den Wüſten Afrikas und Aſiens, auf dem Plateau von Perſien und den Küſten von Peru. Wo hingegen keine Woche, faſt kein Tag ohne Regen vorübergeht, wie an den Nordweſtküſten von Amerika, auf Chiloë und Aracan, oder wo eine beſtändig geſättigte Dampfatmoſphäre das Land in feuchte Nebel hüllt, wie in den Polarländern, da iſt auch der Quellenreichthum am größten. Die Hochgebirge ſind es beſonders, welche den Niederſchlag des Waſſers begünſtigen. In ihren Eis- und Schneemaſſen haben ſie ein beſtändiges Reſervoir, das gerade dann ſeine Quellen am reichlichſten fließen läßt, wenn bei der Hitze des Sommers die Verdunſtung und der Verbrauch an Waſſer durch die Vegetation in der Ebne am größten iſt, ſo daß dort Waſſermangel eintreten würde, wenn nicht das Schmelzen des Schnees und Eiſes in den obern Regionen den Gletſcherbächen eine

weit größere Fülle gäben, als ſie in der kälteren Jahreszeit beſitzen. In niederen Gebirgen wirkt eine andere Urſache weſentlich ein. Das iſt die Vegetation beſonders der Mooſe und Farren, welche die Berghöhen überziehen und die Dünſte außerordentlich ſtark verdichten. Darum hat die Ausholzung der Wälder auf den Gebirgen immer den nachtheiligſten Einfluß auf die Waſſerverhältniſſe der Ebnen gehabt; denn durch Vertilgung der Hochſtämme wurde das ſchützende Dach weggenommen, unter welchem die Moosdecke dem Boden beſtändig das aus der Atmoſphäre durch dieſe Pflanzen verdichtete Waſſer zuführte. Durch den Verluſt der Moosdecke aber wird der felſige Boden blosgelegt, der kein Waſſer in ſich aufnehmen kann. Die Moosdecke ſaugt wie ein Schwamm eine große Menge Waſſers ein, das ſie ebenſo nur nach und nach abgiebt; auf entblößtem Felsboden dagegen fließt das Waſſer bei ſtarkem Regen ſchnell ab und fällt in das Thal, wo es Ueberſchwemmungen verurſacht, die ſomit um ſo häufiger werden müſſen, je mehr die Abholzung überhand nimmt. —

Von weſentlichem Einfluß auf die Aufnahme des Waſſers und die Entſtehung von Quellen iſt daher die Beſchaffenheit des Bodens. Felsboden läßt im Allgemeinen nur dann bedeutendere Durchſickerung des Waſſers zu, wenn er zerklüftet und zerſpalten iſt; darum zeigen beſonders viele Kalk- und Trachytmaſſen ſtets eine trockne Oberfläche, weil das Waſſer durch ihre zahlreichen Spalten ſchnell in die Tiefe ſinkt und das Geſtein ſelbſt

wenig in ſich aufnimmt. Selbſt Granite öffnen dem Waſſer einen Weg durch weit fortſetzende Klüfte. Daher leiden auch die tiefſten Gruben an Waſſerzudrang und erfordern zum Fortbau koſtbare Pumpwerke. Oft ſteht der Zudrang des Grubenwaſſers im unverkennbarſten Zuſammenhang mit den Regenverhältniſſen der Oberfläche, ſo daß ſtarke Regen ſich bald in der Tiefe durch das ſtärkere Quellen der Grubenwaſſer bemerkbar machen. Sandſteine, zwar weniger zerklüftet, bieten durch ihre poröſe Struktur gleichſam natürliche Filter dar, in welchen das Waſſer ſehr langſam, aber gleichmäßig durchſickert, deren Maſſe daher beſtändig durchfeuchtet iſt, ſo daß ſie einen vortrefflichen Grund für die Vegetation bieten. In gewöhnliche Ackererde dringt ſelbſt ſtarker Regen ſelten tiefer als $^1/_2$ Fuß, wenigſtens nie über 3 bis 4 Fuß. Thonboden iſt durchaus undurchdringlich, während Sand und Geſchiebe das Waſſer bis in jede Tiefe durchſickern laſſen. Unter den verſchiednen Gebirgsarten zeichnen ſich beſonders die Gneuß- und Glimmerſchiefer-, Thonſchiefer-, Keuper- und Quaderſandſteingebirge reich an Quellen. Der Grauwacken-Kalk entſendet nur dann häufig Quellen, wenn er von Zwiſchenlagen thoniger Bänke durchzogen iſt. Reicht er jedoch in große Tiefen, ſo verſenkt ſich das Waſſer in zahlloſe Schluchten und giebt unterirdiſchen Quellen und Bächen ihren Urſprung, die ſelbſt als waſſerreiche Flüſſe an das Tageslicht treten. Muſchelkalk und Jurakalk ſind beſonders arm an Quellen, weil ihre Klüfte das Waſſer

in größere Tiefen führen. Kreideplateaus sind völlig dürr und trocken, wenn nicht thonige Zwischenlagen Anhäufungen des niedergeschlagnen Wassers bewirken, welches dann oft am Fuße jedes Kreidehügels in Quellen und Bächen hervortritt. Ueberhaupt bieten die Thon- und Mergellager die natürlichsten Scheidemauern für das Wasser, zwischen welchen die einzelnen wasserführenden Schichten sich abgrenzen, und in Gebirgen, welche aus abwechselnden Folgen kalkiger und sandiger Schichten mit Thon- und Mergellagern bestehen, wird man stets die Quellen oberhalb dieser Thonlager hervorbrechen sehen. Auch die meisten Ansammlungen stehender Wasser verdanken wir solchen Thonlagern, welche das Einsickern der Flüssigkeit in die Tiefe verhindern. Die Trockenlegung von Sümpfen, Seen und Torfmooren ist oft nur dadurch möglich geworden, daß man diese undurchdringlichen Thonlager durchbohrte und dem Wasser einen Abfluß in die Tiefe verschaffte. Auch die Fruchtbarkeit der Oasen in den Sandwüsten beruht allein auf dem Umstande, daß Thonlager, welche das Wasser zurückhalten, nahe an die Oberfläche des Bodens kommen, während sie in den übrigen Theilen der Wüste mehr in die Tiefe zurücktreten, so daß das Wasser von oben herab durchsickert und die obern Schichten trocken läßt.

Da das Wasser also nur so weit einsinken kann, bis es eine undurchdringliche Schicht trifft und auch nicht zur Oberfläche zu gelangen vermag, wenn sich über ihm eine solche Schicht findet, so wird es sich zwischen

dieſen in Becken anſammeln und dort unter einem Drucke ſtehen, welcher der Höhe entſpricht, bis zu welcher die waſſerführenden Sandſchichten in der Umgebung des Beckens aufgerichtet ſind. Durchbohrt man dieſe obere undurchdringliche Schicht, ſo wird der Abfluß des Waſſers nicht mehr gehindert und es ſteigt mit großer Gewalt empor. Darauf beruhen die arteſiſchen Brunnen, welche von der Grafſchaft Artois, wo ſie ſich ſehr häufig finden, ihren Namen haben. Sie können nur an ſolchen Orten angelegt werden, nach denen ſich mergelige Schichten hinneigen; doch darf die Neigung nicht zu groß ſein, wenn man nicht bis zu ungeheurer Tiefe vordringen ſoll, um Waſſer zu treffen. Sehr geeignet dazu iſt die Gegend von Wien, wo ſchon in einer Tiefe von 60—70 Fuß das zwiſchen 60—300 Fuß mächtige Thonlager liegt, welches durchbohrt werden muß. Die Tiefe der Brunnen iſt natürlich darum ſehr verſchieden, ebenſo die Höhe, bis zu welcher das Waſſer über das Bohrloch emporſteigt. Die meiſten ſind zwiſchen 400—500 Fuß tief, und der Waſſerſtrahl ſpringt bei einigen 7 Fuß, 15 Fuß, ja bei dem von Tours 55 Fuß hoch über die Bodenfläche empor. Die tiefſten Brunnen ſind wohl der von Grenelles bei Paris, welcher 1681 Fuß, und der von Neuſalzwerk bei Minden in Weſtphalen, welcher 2290 Fuß tief iſt. Natürlich hat auch das Waſſer dieſer arteſiſchen Brunnen, da es aus ſo großer Tiefe quillt, eine bedeutende Temperatur, bei den letzteren beiden 28° und $32^{3}/_{4}^{0}$ C., ſo

daß man damit große Arbeitssäle in Fabrikgebäuden erwärmt oder zarte Pflanzen in Glashäusern gegen den Frost schützt, oder es wie zu Grenelles unmittelbar zum Waschen gebraucht. —

Nicht immer sind es die zahllosen Risse der Felsgesteine, welche in den Bodenschichten dem Wasser den nöthigen Abfluß gewähren, oft finden sich beträchtlichere Spalten, Löcher und Höhlungen, durch welche die Gewässer oft meilenweit in der Tiefe sich unter den Schichten durchwinden, um später irgend wo an einem tieferen Orte an das Tageslicht zu treten. Besonders zeigen diese Erscheinungen die trocknen und quellenarmen Kalk- und Dolomitgebirge Griechenlands, des Jura, Thüringens und Schottlands. In Griechenland sind diese Abzugskanäle der Thäler schon den Alten als Katabothra bekannt. Morea besteht aus einer Reihe geschlossner Kesselthäler, denen sehr oft ein Thalriß mangelt, durch welchen das Wasser einen Abfluß finden könnte; aber ihre Wände sind von zerklüftetem Kalkstein gebildet, und an ihrem Fuße befinden sich trichterförmige Oeffnungen, durch welche die Gewässer ihren Abzug nehmen, um an der Außenseite der Kalkschichten als mächtige Quellen wieder zu erscheinen. Bisweilen sind in der Regenzeit die Katabothra nicht geräumig genug, um dem Wasser seinen vollständigen Abzug zu gestatten, und es entstehen dann Seen, die sich allmählig füllen und abfließen. In andern Kalkgebirgen wiederholt sich dieselbe Erscheinung, und diese unterirdischen Kanäle heißen dann

Entonnoirs im Jura oder Schlotten in Thüringen, Seelöcher im Mansfeldſchen. Der Zirknitzer See in Krain füllt und entleert ſich auf ſolche Weiſe, die Torfmoore von les Ponts bei Neufchatel und der lac de Joux im Jura ernähren ähnliche trichterförmige Abläſſe. Größere Abzugskanäle liefern oft ungemein mächtige Quellen, die ſogleich als Bäche oder Flüſſe hervortreten. Die Sorgue bei Vaucluſe, der Mühlbach bei Biel, die Serrière bei Neufchatel, die Birs bei Dachsfelden, die Orbe im Waadtlande treten mit einer ſolchen Mächtigkeit aus den Felſen, daß ſie bei ihrem Urſprunge ſchon Mühlräder zu treiben vermögen, und der Loiret trägt ſogar Dampfſchiffe bis an ſeine Quelle. Mächtige Ströme verlieren ſich ganz in dieſen unterirdiſchen Kanälen, um weiterhin in voller Stärke wieder hervorzubrechen. Auf der trocknen Terraſſe des Karſt in der Nähe von Trieſt verliert ſich die Reka in einer Grotte und erſcheint am Fuße des Gebirges wieder in dem an der Quelle ſchiffbaren Timavo. Am auffallendſten wird das Verſchwinden der Rhone beim Durchbruch des Jura. An der Porte du Rhone dringt dieſer reißendſte Strom Europas in eine oben faſt geſchloßne Spalte. 60 Schritte weit iſt er durch Felsblöcke ganz bedeckt.

Aus allem Vorhergehenden geht deutlich hervor, daß der Reichthum der Quellen um ſo größer iſt, je mehr Regen oder wäſſrige Niederſchläge überhaupt in einer Gegend ſich zeigen. In den Ländern, wo periodiſche Regenzeiten mit Trockenheit abwechſeln, zeigen

die meiſten Quellen periodiſches Fließen und Verſiegen. In den Polarländern und höheren Gebirgen fließen viele Quellen, die ſich von geſchmolznem Schnee und Eis nähren, nur im Frühjahr oder Sommer. In unſern deutſchen Gebirgsländern finden ſich die ſogenannten Hungerbrunnen oder Maibrunnen, welche im Mai zu fließen beginnen, wenn an den Abhängen der Schnee ſchmilzt, und im Juli oder Auguſt verſiegen, wenn dieſer Vorrath erſchöpft iſt. Selbſt beſtändig fließende Quellen zeigen ſtets eine der Regenmenge entſprechende Ab- und Zunahme ihres Waſſervorraths. Alle Quellen beſitzen daher eine gewiſſe Periodicität, die freilich von der Größe ihres Wurzelgebiets abhängt. Je kleiner dies iſt, deſto mehr iſt die Quelle von lokalen Umſtänden abhängig. Selbſt ungleicher Luftdruck und wechſelnde Winde können Urſache von periodiſchem Fließen der Quellen ſein. An den Küſten übt auch der Druck des Meeres einen Einfluß aus und erzeugt ein der Ebbe und Fluth entſprechendes Ab- und Zunehmen des Quellwaſſers. Die Quellen bei Cadix, bei Breſt, Calais und auf den Antillen und der arteſiſche Brunnen zu Lille zeigen ein ſolches Ebben und Fluthen. Beſonders merkwürdig iſt eine Art von periodiſchen Quellen, welche in kürzeren, nur wenig Minuten oder Stunden, ſelbſt Tage umfaſſenden Perioden regelmäßig abwechſelnd zu fließen aufhören und dann wieder zurückkehren. Man nennt ſie intermittirende Quellen. Sie finden ſich beſonders im ſüdlichen Frankreich und bei Nauheim in

der Wetterau, wo zwei Salzquellen, die eine kalt, die andere heiß wie kochendes Waſſer, hoch aufſpritzen, dann zurückſinken und in abgemeſſnen Zeiträumen ihr Spiel wiederholen. Dieſe regelmäßige Unterbrechung hat vielleicht bei einigen Quellen ihren Grund in heberartig verbundenen Räumen, bei andern in der Entwicklung von Gaſen, welche ſich in unterirdiſchen Höhlen häufen, bis ihre Spannkraft die Schwere des Waſſers überwiegt und dies in einem Strahl emportreibt. Dies zeigt ſich am auffallendſten in den heißen Springquellen Islands, dem Geyſer und Stockr. Beide liegen in dem flachen, von zahlloſen heißen Quellen durchbohrten Hauka-Thale, und zeigen auf der Spitze kleiner Hügel, die vom Kieſeltuff der Quellen gebildet wurden, trichterförmige Becken von 56 und 46 Fuß Durchmeſſer. In der Mitte befindet ſich eine 78 Fuß tiefe Röhre von 8—10 Fuß Weite und am Rande 2 Kanäle, aus denen das Waſſer abfließt. Bisweilen iſt das Becken ganz leer, gewöhnlich aber mit ſchönem, durchſichtigem, ſiedendem Waſſer erfüllt. Ehe es jedoch den Rand erreicht, erfolgt gewöhnlich ein unterirdiſches, rollendes Getöſe, gleich entfernten Kanonenſchüſſen, das den Boden erſchüttert; das Waſſer wird unruhig, ſchäumt wild auf, eine ungeheure Dampfwolke ſteigt empor und ſchleudert das Waſſer in die Höhe. Strahlen von 8—10 Fuß Durchmeſſer, mit großen Steinen und Dampf gemiſcht, werden zu einer Höhe von 80—100 Fuß und darüber ſenkrecht in die Luft geſchleudert.

Mit jedem Schuß erfolgt ein Aufſpritzen, bis endlich dicke Dampfwolken, die mit donnerähnlichem Brauſen aus der Röhre hervorſtürzen, das Ende des Ausbruchs verkünden. Jetzt folgt eine Zeit der Ruhe, das Waſſer ſteigt, ein neuer Ausbruch erfolgt. Vom Stockr, des Teufels Kochkeſſel, wie ihn die Isländer nennen, einer nur 80 Schritt vom Geyſer entfernten Springquelle, die ununterbrochen kocht und von Zeit zu Zeit gleichfalls ſtarke Ausbrüche hat, erzählt man ſich ſogar, daß er zu ſolchen Erſcheinungen aufgefordert werden könne. Steine, die man in den Krater wirft, werden mit ungeheurer Kraft herausgeſchleudert, oft in kleine Stücke zerſplittert. Größere Steinmaſſen, durch die man die Stockrquelle verſtopfte, brachten ſogar in wenigen Minuten den allerheftigſten Ausbruch hervor, dem oft ſtundenlang eine vom betäubendſten Geräuſch begleitete Dampfausſtrömung folgte. Im Ruhezuſtande erweckt der Geyſer dieſelben Gefühle, mit denen man an den Kraterrand eines ſchlummernden Vulkans tritt. Seine Ausbrüche aber gewähren den wunderbarſten Anblick, das prachtvollſte und reizendſte Schauſpiel. Die Schlünde brüllen, als wollte die Erde zerberſten. Pfeilſchnell ſchießt die rieſige Waſſerſäule in den glänzendſten Farben, vom reinſten Schaume gekleidet empor. Unermeßliche Dampfwolken hüllen ſie ein und erfüllen den ganzen Horizont. Die Sonne wird verdunkelt, nur die Spitzen des gewaltigen Waſſerſtrahles glänzen in den reizendſten Farben. Wie Gold- und Silberſtaub fallen die fein zerſtiebten

Tropfen nieder. Lange ſtarrt der Beſchauer dem Zauberbild nach, wenn es ſchon längſt in die dunkeln Tiefen verſank. Er hat einen Eindruck empfangen, den er mit Worten und Pinſel nicht wiederzugeben vermag. — Dieſe großartige, in ihrer Art einzige Erſcheinung kann wohl nicht anders erklärt werden, als durch Annahme einer unterirdiſchen Höhlung, in welche durch Spalten von oben her Waſſer eindringt, von unten her heiße Dämpfe emporſteigen. Ein Theil der Dämpfe wird Anfangs durch den Druck zu Waſſer verdichtet, dadurch aber die Wärme des Waſſers erhöht, bis zuletzt der untere Theil der Höhlung mit ſiedendem Waſſer, der obere mit Dünſten von hohem Drucke angefüllt iſt. Die Spannung der ſich immer mehr anhäufenden Dämpfe wird endlich ſo groß, daß das ſiedende Waſſer mit Gewalt in die Höhe geſchleudert wird. Dadurch wird der Druck gemindert, und die leichten Dämpfe ſteigen nun mit großer Geſchwindigkeit in die Höhe. Die Verſtopfung der Röhre mit Steinen, wäre es auch nur auf wenige Minuten, hat eine große Vermehrung der Hitze zur Folge, weil der Dampf nicht mehr entweichen kann; das Waſſer ſiedet in wenigen Minuten, und ein neuer Ausbruch iſt die Folge. — Wenn gleich nicht in ſo großartiger Weiſe wiederholen ſich dieſelben Erſcheinungen bei zahlreichen Quellen, unter denen die berühmteſten die Kings spring bei Bath in Sommerſetſhire, la fontaine ronde in der Nähe von Lauſanne und die Salzquelle bei Kiſſingen ſind. Periodiſche Entwicklungen von kohlenſauren und

andern Gasen, welche zum Theil durch dieselbe Oeffnung ausbrechen, mögen die einfachste Erklärung dieser Erscheinungen geben.

Wenn schon dem Wasser der atmosphärischen Niederschläge, denen das Quellwasser seinen Ursprung verdankt, nur in so geringer Menge fremdartige Bestandtheile beigemischt sind, daß sie gar nicht in Betracht kommen können, so zeigen die Quellen selbst ganz abweichende Verhältnisse. Nur in höhern Gebirgsgegenden tritt das Wasser in fast unveränderter Reinheit aus, alle andern Quellwasser sind aber mit fremdartigen Bestandtheilen vermischt, unter denen Kalkerde an Kohlensäure gebunden, Gips, Kochsalz die gewöhnlichsten sind. Beim Abkochen läßt solches Quellwasser einen Theil seiner Bestandtheile, besonders die kohlensaure Kalkerde fahren und setzt den sogenannten Pfannenstein der Waschkessel ab. Manche Quellen, z. B. die bei Chur, sind sogar so reich an Kalkerde, daß das Innere der hölzernen Wasserleitungen oft nach kurzer Zeit mit einer mehrere Linien dicken Kruste überzogen wird. Eine Seifenlösung nimmt das Quellwasser nicht an, weil sich die in ihm enthaltne Kohlensäure mit dem Alkali der Seife verbindet und den fettigen Bestandtheil frei werden läßt. Deshalb theilt man die Wasser in harte und weiche; erstere, die Quellwasser, zersetzen Seifwasser, letztere, die Regen- und Flußwasser dagegen nicht. Es giebt fast kein Quellwasser auf der Erde, welches durchaus reines Wasser ohne Beimischung wäre, und man hat mit

Unrecht geglaubt, oder glaubt es vielleicht noch, daß dasjenige Waſſer das beſte Trinkwaſſer ſei, welches die wenigſten mineraliſchen Stoffe aufgelöſt enthalte. Neuere Unterſuchungen haben vielmehr nachgewieſen, daß die beſten und wohlſchmeckendſten Trinkwaſſer Sauerſtoff, Kohlenſäure, Kochſalz und kohlenſauren Kalk in gewiſſen Mengen enthalten, und daß der Gehalt an dieſen Gaſen und Salzen ſogar eine nothwendige Bedingung für den Gebrauch eines Waſſers als Trinkwaſſer iſt, indem dieſelben zur Verdauung beitragen, und die thieriſchen Organismen einen Theil der ihnen nöthigen Salze, namentlich den zur Skelettbildung nöthigen Kalk, im Nothfalle aus dem Waſſer beziehen. Allerdings können gewiſſe Beimengungen das Waſſer ungenießbar oder doch widerlich machen. Quellen beſonders, welche in Flachländern aus bebautem Boden oder aus Moorgrund entſpringen, beladen ſich mit verweſenden organiſchen Subſtanzen und erhalten dadurch übeln Geruch und Geſchmack, ſelbſt nachtheilige Eigenſchaften für die Geſundheit, ſo klar ihr Waſſer auch erſcheinen mag. Auch zu reicher Gehalt an feſten Stoffen, beſonders an Kalkſalzen, macht das Waſſer unangenehm, während Gaſe ihre belebende Natur erhöhen. Durch beſondre Reinheit zeichnen ſich vorzüglich mehrere heiße Quellen aus, unter denen die von Gaſtein, von Pfeffers und Luxueil in 10000 Theilen Waſſers nur 2 bis 3 Theile feſter Stoffe enthalten, während der Karlsbader Sprudel und die Waſſer von Wiesbaden 55 bis 75 feſte Beſtandtheile,

beſonders Glauberſalz und Kochſalz, führen. Salzquellen ſind bisweilen völlig geſättigt. So enthalten die künſtlich erbohrten Quellen am Neckar und die natürliche von Lüneburg über 26 Procent Kochſalz.

Bei einer beträchtlichen Menge ſolcher fremdartigen Beſtandtheile entſtehen die Mineralquellen oder Geſundbrunnen. Allerdings giebt es unter ihnen einige, in welchen die Analyſe bisher wenig wirkſame Stoffe nachzuweiſen vermochte. Ihre Heilkraft iſt deſſen ungeachtet keiner unbekannten Zauberkraft zuzuſchreiben, ſondern nur auffallend durch die Sparſamkeit in den Mitteln, welche die Natur zu ihren kräftigſten Wirkungen anwendet, gegenüber den maſſenhaften Tränken und Pillen der Heilkunſt. Früher ſtellte man die Mineralwaſſer nur nach ihren Einwirkungen auf den thieriſchen Organismus in 4 Hauptgruppen zuſammen, die ſich weſentlich durch Eigenſchaften des Geruchs, Geſchmacks und mediciniſcher Wirkungen unterſcheiden. Obenan ſtehen die Sauerbrunnen oder Säuerlinge, die ſich durch einen überwiegenden Gehalt an Kohlenſäure auszeichnen. Die reichſten Sauerbrunnen, die wegen der großen Menge aufſteigender Luftblaſen zu ſieden ſcheinen, heißen Sprudelwaſſer, und die meiſten treten mit jenem polternden Geräuſch an die Oberfläche, welches immer das Entweichen von Kohlenſäure begleitet. Von der Menge der ausfließenden Kohlenſäure liefern die Franzensbader und Eifelquellen den beſten Beweis, welche in 24 Stunden über 6000 Kubikfuß Gas entwickeln. Man unter-

ſcheidet auch noch von den ächten Säuerlingen die alkaliſchen, welche durch ihren bedeutenden Gehalt an Soda, Glauberſalz und Kochſalz einen etwas laugenhaften Geſchmack haben. Dahin gehören die Mineralwaſſer von Selters, Fachingen, Ems, Teplitz, Spaa, Karlsbad, Wiesbaden, Baden-Baden und Tharasp. Die Eiſenſäuerlinge oder Stahlwaſſer haben wegen ihres Gehalts an kohlenſaurem Eiſenoxydul einen zuſammenziehenden Geſchmack und ſetzen an ihren Austrittsorten gelben Eiſenocker ab, wie man es bei den Pyrmonter und Franzensbader Quellen ſieht. Die übrigen Hauptgruppen der Mineralwaſſer bilden die Salzquellen mit überwiegendem Gehalt an Kochſalz, Jod und Brom, die Bitterwaſſer mit ſchwefelſaurer Bittererde und Gyps, wie die zu Epſom, Sedlitz und Saidſchütz, endlich die Schwefelwaſſer, welche durch ihren unangenehmen Geruch ihren Gehalt an Schwefelwaſſerſtoff verrathen, und die entweder kalte ſind, wie die in Weſtphalen, Würtemberg und Galizien, oder heiße, wie die Kaiſerquelle zu Aachen und die von Burtſcheid mit einer Temperatur von 43° und 77° C., die von Baden im Aargau mit 46° und die von Bagnères in den Pyrenäen mit 50° C. —

Unter den übrigen mineralhaltigen Quellen verdienen die meiſte Aufmerkſamkeit die inkruſtirenden oder verſteinernden Quellen, welche die mit ihnen in Berührung kommenden Körper mit einer ſteinartigen Kruſte von kohlenſaurem Kalk oder Kieſelerde überziehen, welche man Tuffe und Sinter neunt. Zu den

ſeltneren Erſcheinungen dieſer Art gehören die Ablagerungen von Kieſelſinter, wie ſie die heißen Quellen und Geyſer Islands im großartigſten Maßſtabe zeigen. Sie gleichen dort körnigen Haufwerken aus kleinen Knöpfchen, ſo künſtlich geordnet, daß ſie unſern Blumenkohlköpfen ähnlich werden. Anfangs ſo zart, daß ſie nicht unbeſchädigt abgelöſt werden kann, erlangt die Maſſe mit der Zeit eine ſolche Härte, daß nur die kräftigſten Hammerſchläge ihr etwas abgewinnen können. Die Mächtigkeit der das Geyſerbecken umgebenden Kieſelſinter erreicht ſtellenweiſe eine Höhe von 12 Fuß und eine Breite von 6 Fuß. Selbſt das Waſſer, welches ſich über den Rand des Beckens in den Huit-Aa oder weißen Fluß ergießt, ertheilt dieſem in weitem Laufe verſteinernde Kraft. An ſeinen Ufern findet man die zarteſten Ueberſinterungen verſchiedener Pflanzentheile mit ihren feinſten Faſern, Birken- und Weidenblätter, Binſen, Torfſtücke, Gebeine kleiner Thiere mit ſo dünner, ſo zierlicher Kieſelkruſte bedeckt, daß man ſie kaum zu berühren wagt. Papier wird in kurzer Zeit mit einer ſo durchſichtigen Rinde bekleidet, daß die Schrift vollkommen lesbar bleibt. Aus Holz geſchnitzte Bildwerke werden nach längerer Zeit ſelbſt im Innern von Kieſelſubſtanz durchdrungen. Auch andre Gegenden, die Azoreninſel St. Michael, Nordamerika und Deutſchland, bieten ähnliche oft nicht minder mächtige Kieſelablagerungen dar; die von St. Michael erreichen ſogar eine Mächtigkeit von 30 Fuß. Räthſelhaft erſcheint der Kieſelgehalt nicht bloß dieſer,

ſondern der meiſten Mineralquellen, da die Auflöslichkeit dieſer Erde noch der Aufklärung bedarf. Eine ſolche dürfte vielleicht der Verſuch eines engliſchen Chemikers, Jeffeey bieten, dem es gelang, durch heiße Waſſerdämpfe in einem großen Töpferofen über 200 Pfund Kieſelerde in Dampf aufzulöſen und theilweiſe fortzuführen. Minder auffallend können uns die außerordentlich mächtigen Kalkablagerungen andrer Quellen erſcheinen, da die Auflöslichkeit des doppeltkohlenſauren Kalks, welchen ſie enthalten, beſonders in kohlenſaurem Waſſer bekannt iſt. Das merkwürdigſte Beiſpiel dieſer Art liefern die Quellen von Karlsbad, die an ihrem Austrittsorte eine ganze Decke von Sinter, die ſogenannte Sprudelſchaale bilden. Ganz Karlsbad ſteht auf ſolchem Sprudelſtein, der früher von den Quellen abgelagert wurde und einzelne große Becken heißen Quellwaſſers überdeckt. Von Zeit zu Zeit geſchehen bei heftiger Aufregung der Quellen neue Durchbrüche durch dieſe Sinterdecken. Nicht minder berühmt iſt der Travertin, welcher vom Velino ausgeſchieden wird und an den herrlichen Waſſerfällen von Terni bedeutende Ablagerungen bildet. Faſt in allen Gegenden giebt es ſolche kalkhaltige, verſteinernde Quellen, welche in ihrer Umgebung Kalktuffe und Süßwaſſerkalke bilden. Unweit Erzerum in Armenien hat ſogar eine aus Kalkgebirgen herabſtürzende Quelle eine Tuff- und Stalaktitenbrücke über den Fluß gebaut. Im Laufe der Zeit ſchob ſich die Steinmaſſe quer über den Strom hin. Nach unten herabhängende

Tropfſteine ſenkten ſich immer tiefer, bis ſie durch ihr eignes Gewicht vorn abbrachen und ſo die Grundlage zu dem gegenüberliegenden Brückenkopf bildeten. Die Brücke, unter welcher der Strom dahinbrauſt, iſt mit Erde und Vegetation bedeckt; ſicher überſchreitet man das ſeltſame Bauwerk, ohne deſſen Urſprung zu ahnen. Auf dem kleinen Atlas in der Algeriſchen Provinz Conſtantine hat eine andre Quelle durch allmähligen Abſatz ſchneeweißen Kalkſinters mehr als 500 kegelförmiger Hügel von verſchiedner Höhe gebildet. Den maleriſchſten Anblick gewähren die koloſſalen Tropfſteingebilde des Pambuk Kaleſſi oder Baumwollenkaſtells einige Tagereiſen von Smyrna, durch welche die ſchaffende Quelle als mächtiger Strom wildſchäumend in die Thaltiefe hinabſchießt. Auch der Eiſengehalt vieler Quellen, Gewäſſer und Moräſte liefert den Stoff zu einem eigenthümlichen Abſatz von Eiſenerz, welches unter dem Namen Raſenerz, Bohnerz, Raſeneiſenſtein bekannt iſt. Nach längerer Zeit können dieſe zu beträchtlichen Lagern von Brauneiſenſtein heranwachſen. Bei Wehr und am Laacherſee benutzt man dieſe Ablagerungen als Eiſenerze. Man findet dort 12 Fuß mächtige Lager und ſelbſt römiſches Mauerwerk ſchon 3 Fuß hoch von Ocker bedeckt. In 100 Jahren würden die Quellen des Laacherſees ein Brauneiſenſteinlager von $^1/_8$ Quadratmeile Ausdehnung und 1 Fuß Dicke bilden. Solche Erſcheinungen laſſen uns daher auch auf den Urſprung ähnlicher älterer Bildungen ſchließen, und die mächtige Bohnerzbildung

der Schwäbiſchen Alp hat durch das Sprudeln von Eiſenwaſſern in Klüften der Kalkgebirge ſeine einfachſte Erklärung gefunden. Ueberhaupt ſind alle dieſe noch jetzt auf der Erde fortdauernden chemiſchen Ablagerungen von Kalk, Kieſel und Eiſen, welche ſich aus den ſüßen Gewäſſern niederſchlagen, von hoher Bedeutung für die Geologie, weil ähnliche Erzeugniſſe ſich auch in ältern Gebirgsſchichten finden. Aber ihre Menge im Verhältniß zu andern mechaniſchen und organiſchen Ablagerungen iſt nur ſehr gering und ihre Maſſe kaum in dieſer Beziehung in Betracht zu ziehen. In älteren geologiſchen Formationen iſt dieſes Verhältniß ebenſo ungünſtig, und wenn auch hie und da einige große Ablagerungen dieſer Art exiſtiren, ſo bilden ſie doch im Vergleich zu andern Bildungen nur eine verſchwindende Größe.

Woher rührt aber dieſer mineraliſche Gehalt der Quellen? Aus dem atmoſphäriſchen Waſſer können ſie ihn nicht bekommen; denn das iſt faſt chemiſch rein. Nur in der Erde ſelbſt treffen ſie die Stoffe an, mit denen ſie an ihren Austrittsorten zum Vorſchein kommen; ſie müſſen dieſe alſo beim Durchſtreichen der Gebirgsarten aufgelöſt haben. Dieſe einfache Anſicht findet zunächſt ihre Beſtätigung in den Salzquellen, in welchen wir dieſelben Beſtandtheile aufgelöſt antreffen, welche auch die Steinſalzlager enthalten. Daß an manchen Orten Salzquellen austreten, in deren Nähe man noch keine Steinſalzbänke entdeckt hat, entſcheidet nichts gegenüber der andern Thatſache, nach

welcher an den verſchiedenſten Orten unermeßliche Steinſalzlager aufgefunden worden ſind, wo man früher nur Salzſoolen kannte. Noch vor wenigen Jahrzehnten gehörten das ſüdliche Deutſchland und Frankreich zu den ſalzarmen Ländern, bis in dem einen ein Erdfall, im andern ein glücklicher Zufall und die daraus hervorgehende nähere Unterſuchung der Gebirgsarten den Zuſammenhang der längſt bekannten Salzquellen mit dem in ihrer Nähe befindlichen erſt ſo ſpät entdeckten Steinſalze kennen lehrte. Auch von andern Mineralquellen zeigen die Beobachtungen, daß in ihrer Nähe immer diejenigen Gebirgsarten in großer Verbreitung vorkommen, welche an Beſtandtheilen, die in dieſen Quellen die vorwaltenden ſind, einen unerſchöpflichen Vorrath beſitzen, und daß überall, wo dieſelben Waſſer bekannt ſind, auch dieſelben Geſteine ſich wieder vorfinden. Dies hat Struve aufs Herrlichſte beſtätigt durch ſeine Erzeugung künſtlicher Mineralwaſſer, welche in ihren Wirkungen den natürlichen völlig gleich kommen, was auch Vorurtheil und Aberglaube dagegen ſagen mag. Er fand, daß, wenn er Klingſtein aus dem böhmiſchen Mittelgebirge unter ſtarkem Druck von kohlenſaurem Waſſer durchſtreichen ließ, und noch freie Kohlenſäure zuführte, ein Waſſer erzeugt wurde, welches mit dem Biliner Waſſer, das am Fuße von Klingſteinbergen entſpringt, in Zuſammenſetzung und phyſiſchen Eigenſchaften völlige Uebereinſtimmung zeigt. Ebenſo gelang es ihm durch Behandlung des Porphyrs, aus welchem die Quellen

von Teplitz entſpringen, ein Waſſer zu erzeugen, das ganz die Zuſammenſetzungsverhältniſſe des Teplitzer, wenngleich nur die Hälfte ſeiner feſten Beſtandtheile enthält. Daß jetzt auf ähnliche Weiſe faſt alle gebräuchlichen Mineralwaſſer nachgebildet ſind, iſt bekannt. Solche Erfahrungen mußten natürlich die meiſten Naturforſcher beſtimmen, ſich für die erwähnte Auflöſungstheorie zu erklären. Steffens freilich und andre Gelehrte, denen unbegreifliche geheimnißvolle Vorgänge im Innern der Erde willkommner ſind, als die Wirkungen einfacher Naturgeſetze, ſtellten dagegen auf, daß die Erde doch nicht ſo viele Beſtandtheile hergeben könne, als die bereits ſeit vielen Jahrhunderten fließenden Quellen geliefert haben, und beriefen ſich dabei auf die ungeheuren Quantitäten feſter Produkte mancher Quellen, unter denen der Sprudel von Karlsbad allein nach verſchiednen Angaben jährlich zwiſchen 3 und 36 Millionen Pfund liefert. Dadurch müßten ja im Laufe von Jahrhunderten und Jahrtauſenden gewaltige hohle Räume im Innern des Berges entſtehen, welche, wenn dieſe Maſſen alle an einem einzelnen Punkte aufgeſpeichert lagen, vorher von denſelben ausgefüllt waren. Dennoch ſind dieſe Räume nicht ſo ungeheuer, als man ſie ſich vorſtellt. Zögen die Karlsbader Quellen ihren feſten Stoff auch nur aus einer Geſteinmaſſe, deren Oberfläche dem von der Stadt bedeckten Boden gleich käme und deren Tiefe nur 424 Fuß erreichte, ſo wäre ſie doch hinreichend, um während eines Zeitraums von 7000 Jahren dieſe

Quellen mit ihren jetzigen Beſtandtheilen zu verſorgen. Die Höhlung ſelbſt alſo, welche durch die allmählige Wegnahme dieſer Maſſe entſtanden wäre, müßte verhältnißmäßig klein erſcheinen, und könnte keine Beſorgniſſe möglicher Einſtürze veranlaſſen, da heiße Quellen ihren Heerd tief im Innern der Erde haben. Aber die Stoffe, welche die Mineralwaſſer aus dem Schooße der Berge mitbringen, ſind dort keineswegs in einem abgeſonderten Lager beiſammen, ſondern ſie liegen überall im Berge vertheilt. Schon der Waſſerreichthum der meiſten mineraliſchen Quellen deutet auf ein weitverzweigtes Wurzelſyſtem hin, das ſich im Gebirge um ſo mehr nach allen Seiten und Richtungen verbreitet, aus je größerer Tiefe die Quelle ſtammt. Denken wir uns alſo die auflöſende Kraft des Waſſers auf ein ſolches Gebiet vertheilt, ſo können wir uns eine dreifache Art ihrer Wirkſamkeit vorſtellen: entweder die Waſſerwurzeln ſammeln überall in ihrem ganzen Gebiete durch Auslaugung die mineraliſchen Stoffe der Quelle, dann wird zu einer merklichen Verminderung der Gebirgsmaſſe ein ſehr großer Zeitraum erfordert; oder es wird den Gebirgsarten ein Theil ihrer Beſtandtheile allmählig entzogen, ſo daß ſie nur aufgelockert werden; oder endlich die Waſſerwurzeln finden einen Theil der Quellbeſtandtheile an einem einzelnen Orte des Gebirges beiſammen, ſo wird auch in dieſem Falle ein Jahrtauſende umfaſſender Zeitraum erforderlich ſein, um eine bedeutende Höhlung im Innern zu erzeugen. Alſo auch dieſer Einwurf kann

die Richtigkeit der Theorie nicht ſtören, nach welcher die Mineralquellen ihre Stoffe durch Auflöſung von allen Seiten her aus den Gebirgsarten ſammeln, welche ſie bis zu ihrem Austritt durchſickern. Bisweilen ſind auch die Quellenbeſtandtheile das Produkt von Zerſetzungen, welche das Waſſer in dem Boden bewirkt. So geht die Kohlenſäure häufig aus der Zerſetzung des Humus und andrer Kohlenſtoffverbindungen, Schwefelwaſſerſtoff aus der Zerſetzung von Gyps und andrer ſchwefelſauren Salze durch organiſche Stoffe hervor. Natron- und Kaliſalze werden durch heiße Waſſer aus dem Feldſpath ausgeſchieden, Bitterſalz durch gegenſeitige Zerſetzung von Gyps und Dolomit erzeugt.

Aeußerſt wichtig für den Urſprung der Quellen iſt endlich die Thatſache, daß ſich die Säuerlinge beſonders nur in alt- oder neuvulkaniſchen Gebirgsarten finden. Auch die Säuren', welche ſie enthalten, und die ihnen ihre auflöſende Kraft ertheilen, Kohlenſäure, Schwefelſäure und Salzſäure, werden noch heut zu Tage in vulkaniſchen Gegenden oder doch dort, wo alte Vulkane ihr Weſen trieben, in ungeheurer Menge ausgeſtrömt. Mit Recht erblickt man daher in dieſen mineraliſchen Waſſern das Produkt einer fortdauernden vulkaniſchen Regung und erklärt ſich daraus auch die hohe Temperatur derſelben, die bei vielen ſeit Jahrtauſenden dieſelbe geblieben iſt. Unterſtützt wird dieſe Anſicht noch durch die Thatſache, daß in vulkaniſchen Landſtrichen immer zahlreiche heiße Quellen gefunden

werden, die wahrſcheinlich an der Erhitzung des vulkaniſchen Heerdes im Innern der Erde Theil nehmen, daß ſich bei Erdbeben und vulkaniſchen Ausbrüchen ſelbſt neue Thermen bildeten, oder bisher kalte Quellen in heiße umgewandelt wurden. Wenn dagegen der oft bedeutende Wärmegrad andrer Quellen, die in Gegenden austreten, welche von thätigen oder erloſchenen Vulkanen fern liegen, durch die mit der Tiefe zunehmende Wärme des Erdinnern erklärt wird, ſo dürfte dieſe Erklärung wenig von der erſten verſchieden ſein, wenn man unter Vulkanismus im weiteſten Sinne die Reaktion des feurigen Innern der Erde gegen ihre Rinde verſteht. Die Erfahrung lehrt, daß die Quellen einen niedern oder höhern Wärmegrad beſitzen, je nachdem ihre Wurzel höher oder tiefer liegt. In Gebirgen iſt indeß der Heerd, von welchem die Quellen ihre Wärme erhalten, nicht immer ſo ſehr tief, ja ſogar häufiger über als unter den Quellen zu ſuchen. Denn wenn die Spitze des 12000 Fuß hohen Ortler eine Mitteltemperatur von — 10° hat, und die Wärmezunahme im Innern für je 120 Fuß 1° beträgt, ſo ſteigt die innere Temperatur bei 6000 Fuß Höhe noch auf + 40°, und das durchſickernde Waſſer hätte noch immer ein hinreichendes Gefälle, um in der Höhe von 4600 Fuß die Therme von Bormio zu bilden. Deshalb ſteht die Erhebung über der Meeresfläche in keiner nothwendigen Beziehung zu der Temperatur der Quellen. In der Nähe von Vulcano ſprudelt eine heiße Quelle aus dem

Grunde des Meeres hervor, während die von Gaſtein 3230 Fuß und die des Brennerbades 4500 Fuß über dem Meere liegen und auf den Höhen des Himalaya an den Quellen des Sedledſch und Ganges heiße Waſſer unter der Schneedecke in 12000 Fuß Höhe hervorbrechen. In Gebirgen treten ferner die meiſten heißen Quellen aus dem Grunde ſchauerlich tiefer und wilder Schluchten hervor, die von himmelhohen, nackten Felswänden umſchloſſen ſind, oder ſie liegen in Engpäſſen, im Querdurchſchnitt mächtiger Ketten. Auch das iſt ein Zeichen, daß dieſelbe Gewalt, welche die gewaltigen Maſſen hob, auch ihnen den Urſprung gab. Die heißeſten Quellen der Erde ſind die von S. Miguel unter den Azoren von 100° C., die am Kap von 82°, der Sprudel von Karlsbad von 75°, Baden-Baden von 67°, Aachen von 57°, Wiesbaden von 70°, Ems von 57° und die von Teplitz mit 49°. Viele unter ihnen, die Quellen von Mont-Dore, von Aix, von Piſa und Abano wurden ſchon vor Jahrtauſenden als Heilbäder benutzt und ſcheinen in der Länge der Zeit keine Veränderung der Wärme erlitten zu haben. Nur in vulkaniſchen Gegenden und unter dem Einfluß von Erdbeben ſind Erhöhungen oder Erniedrigungen der Quellenwärme beobachtet worden.

Wie bedeutend auch die Rolle ſein mag, welche die Quellen durch ihre chemiſchen Niederſchläge in der Umgeſtaltung der Erdoberfläche ſpielen, ſo verſchwinden ſie doch gegen die Bedeutſamkeit der mechaniſchen Ablagerungen von Stoffen, welche von fließenden Ge-

wäſſern aufgeſchlemmt und allmählig abgeſetzt werden. Kaum dem geheimnißvollen Mutterſchooße entflohen, rieſelt die Quelle im muntern Spiele von Klippe zu Klippe, die verwandten Gefährten zu ſuchen. Mit ihnen vereinigt ſtürzt der rauſchende Wildbach in prächtigen Kaskaden über den rauhen Fels, den Boden durchwühlend, das loſe Erdreich von ſeinen Ufern reißend. Immer mächtiger ſchwillt er an, immer breiter dehnt er ſich aus, der Fluß verläßt die Berge, die ihn geboren, beſpült ihren Fuß, überſchwemmt ihre Thäler. Die weite Ebne nimmt den Strom auf, den ernſten und beſonnenen Greis, der in majeſtätiſcher Würde dem Meere zuſchleicht, dem Grabe ſeiner Mühen und dem Schooße ſeiner Verjüngung.

Was der unerſättliche Schlund des Meeres verſchlingt, das iſt ein Ungeheures. Ich darf nur an die mächtigen Ströme Amerikas erinnern, an den Lorenzo, deſſen unermeßliche Waſſerfläche, einem weit erſtreckten See gleich, den Europäer mit Staunen erfüllt, an den Orinoko, den Amazonenſtrom, deſſen Kampf mit der feindlichen Meeresfluth die Erde erzittern macht und das Ohr des Menſchen mit Entſetzen erfüllt. Ich darf ſelbſt nur unſre kleinen deutſchen Flüſſe erwähnen, den Rhein, der in einer Secunde 76000 Kubikfuß und die Weichſel, deren eine Mündung 29000 Kubikfuß Waſſer in einer Secunde liefert. Träge wälzt der Strom dieſe mächtigen Fluthen durch die Ebne dahin, und nur feindliche Hemmungen regen ſein Element zu wilder ſtürmiſcher Bewegung

auf. Felſen engen ſein Bett plötzlich ein, und in gewaltigen Stromſchnellen ſchießt das Waſſer hindurch, ſo reißend, daß ſelbſt das Senkblei auf dem ſtrömenden Waſſer ſchwimmt. Die Stromſchnellen der Donau geben Zeugniß von der Gefährlichkeit und der Imatrafall des Wuoxen in Rußland, deſſen Waſſer 1000 Fuß weit zu übereinandergethürmten Schaummaſſen aufgelöſt 50 Fuß herabſtürzen, zeigt die wunderbare Großartigkeit und Schönheit dieſes Naturſchauſpiels. Oft zwingen vorſpringende Felsmaſſen den Strom zu plötzlichen Wendungen oder verborgne Klippen werfen ſeine Wellen zurück; dann dreht ſich das Waſſer in heftigen Strudeln, die in der Donau zu der abentheuerlichen Anſicht Veranlaſſung gaben, die Erde verſchlucke einen Theil des Waſſers, um es in weiter Ferne wieder hervorzugeben und den Plattenſee zu bilden. Furchtbar kämpft der Strom gegen den Widerſtand, der ſeinen Lauf hemmt, ſchäumend ſteigt er empor und wirft ſich über den unerſchütterlichen Damm hinweg. Bald ſpringt das Waſſer in reizenden Kaskaden von Fels zu Fels, von Klippe zu Klippe, bald ſtürzt es in einem Guſſe in den ſchwindelnden Abgrund. Wer hätte nicht ſchon den entzückenden Anblick genoſſen und die Gefühle der Ohnmacht und Größe empfunden, mit welchen dieſe Wunderwerke der Natur auch in der Kleinheit ihres heimiſchen Charakters die Menſchenbruſt erfüllen! Schildern aber läßt ſich der Eindruck nicht, den die großartige Natur dieſes Schauſpiels in ferneren Ländern ausübt. Von einer Fels-

wand zur andern ſtürzt das Waſſer des Staubbachs im Lauterbrunnenthale aus einer Höhe von 800 Fuß nieder. Im Falle zerſtiebt es zum feinſten Staubregen, der blendend weiß in den Lüften ſchwebt und Farbe und Formen in prachtvollem Spiele wechſelt. In zwei mächtigen Bogen von 1748 Fuß und 1068 Fuß Breite ſtürzt der Niagara die dem Eriſee entfließenden Waſſer des Lorenzoſtroms unter betäubendem Getöſe zwiſchen Felſenmauern in einen 138 bis 168 Fuß tiefen Schlund hinab, dem ſich der Beſchauer kaum ohne Entſetzen nähert. Eine dichte Schaum- und Nebelwolke, welche dem Abgrund entſteigt, verkündet ſchon in einer Entfernung von 10 deutſchen Meilen dieſen Rieſenkampf der Elemente. Ein furchtbar ſchönes Schauſpiel gewährt der Tequendamafall in Neugranada. Hier ſtürzt ſich der mächtige Rio de Bogoa 530 Fuß hoch in eine nur 30 bis 40 Fuß breite Felſenkluft hinab, welche von Erdbeben eröffnet ward, von der aber die Sage erzählt, ein Gott habe dem Fluſſe dieſen Ausweg gebahnt, um das Thal bewohnbar zu machen. Durch Höhe des Sturzes übertrifft Alles der Fall des Schirawati an der Südweſtküſte Oſtindiens, deſſen zahlreiche Arme über mehr als tauſend Fuß hohe Felswände rauſchen, gewaltige Schaumpfeiler bildend, welche zarte Dunſtwolken umſchweben. Doch die Höhe bedingt nicht allein den romantiſchen Charakter eines Waſſerfalls. Das beweiſt der Parana durch ſeinen furchtbaren Katarakt von Guayra. Die ungeheure 12600 Fuß breite

Waſſermaſſe dieſes Stromes wird plötzlich in einen 180 Fuß breiten Kanal zuſammengepreßt. Mit grauſenhaftem Ungeſtüm tobt der Strom durch den Engpaß, hoch auf ſchlagen die Wellen, die Felſen zerſplittern und die Erde ſcheint bis in ihr Innerſtes zu erbeben; weithin verbreiten die aufgeſtiegnen Waſſerdünſte einen ununterbrochnen Regen. Gegen ſo großartige Wunder der Ferne verſchwinden auch die erhabenſten Schauſpiele Europas. Was will ſelbſt der Rheinfall bei Schaffhauſen mit ſeinen 500 Fuß breiten und 75 Fuß hohen Waſſerbogen gegen einen Niagarafall bedeuten? Aber man ahnt auch in dem Kleinen die Größe der Schöpfung und betet auch in der minder erhabnen Natur die Macht Deſſen an, der hier durch Waſſerſtürze die Erde erſchüttern, dort durch Völkerſtröme Throne erbeben macht! Einen eigenthümlichen Reiz gewähren die Waſſerfälle in dem ſkandinaviſchen Norden Europas, jenem Lande der Thatkraft und des Ernſtes in Natur und Bewohnern. In Schweden die berühmten Trollhättafälle der Göthaelf, der Elfkarlebyfall der Dalelf, die 4 prächtigen Fälle des Huusquarn und der 350 Fuß hohe Fall der Handölself; in Norwegen der herrliche Sarpenfall des Glommen kurz vor ſeiner Mündung, der Hougfoß des Semoenelf und der Fiscumfoß des Mamſenelf und die zahlloſen Kaskaden, die ſich bis jetzt dem Auge des Fremden entzogen, ſie alle verherrlichen den Charakter des Landes, machen ihn nicht ſchöner und lieblicher, aber wild und romantiſch. Aber der eiſige Winter vollendet

erſt die Pracht der nordiſchen Natur. Durch ungeheure Eisgewölbe ſtürzt ſich das Waſſer tobend und ſchäumend herunter, und Eisbrücken laſſen den Fuß des Wanderers über die empörten Wellen gleiten.

Auch die friedlichen Flüſſe der Ebnen haben ihre Leidenſchaften und Zornausbrüche. Ihr breites, flaches Bett gewährt ihnen Raum in den Zeiten der Ruhe. Wenn aber die Schleuſen des Himmels und der Erde ſich mächtiger öffnen, dann ſchwellen auch die Adern der Erde ſtärker an, die Ströme überſteigen ihre Ufer und ergießen ſich Seen gleich über unermeßliche Ebnen. In den Ländern periodiſcher Regenzeit zeigen auch die Ueberſchwemmungen der Ströme einen regelmäßigen Verlauf. Der Orinoko ſteigt vom April bis September oft um mehr als 90 Fuß und bietet dann einen Monat lang das großartige Schauſpiel eines Meeres, 20 Stunden breit und über 200 Stunden weit, mit zahlreichen Wirbeln und Waſſerfällen. Erſt im Oktober fällt er zurück und erreicht im Februar ſeine alten Ufer. Auch der Ganges ſchwillt im April, wenn der Schnee des Himalaya ſchmilzt, und vereint im Auguſt ſeine Waſſer mit denen des nahen Buremputr zu einem unermeßlichen See, aus dem nur einzelne Hügel und Dämme mit Städten und Bewohnern gleich Inſeln hervorragen. Die Ueberſchwemmungen des Nil ſind bekannt. Sie ſind der Segen des Landes, aber ſie werden zum furchtbaren Unheil, wenn ſie die gewohnten Grenzen überſteigen. Der Herbſt des Jahres 1840 lieferte ein ſolches Bei-

ſpiel. Mit reißender Schnelligkeit ſtieg der Fluß 3½ Fuß über ſeinen erhabenſten Stand und durchbrach Dämme und Mauern. Es war nicht mehr der friedliche Anblick des ägeiſchen Inſelmeers, mit dem die Alten das Nilthal zu vergleichen pflegten, es war der einer gräßlichen Sündfluth, einer wilden Waſſerwüſte, und die glücklichen Inſeln darin eine Beute und ein Spiel der Wogen. 150 Dörfer wurden hinweggeſchwemmt, und nur ſteinerne Gemäuer widerſtanden dem gewaltigen Andrang. Selbſt die friedlichen Ströme unſers Vaterlandes haben ihre, wenn auch unregelmäßigen Ueberſchwemmungen. Frühlingswaſſer, heftige Regengüſſe, ſchmelzender Schnee ſchwellen ſie mächtig an. Noch ſind die furchtbaren Ereigniſſe des Jahres 1838 im Gedächtniß, die ſeltnen Verheerungen, welche die Donau, die mit Eismaſſen beladen 29 Fuß über den gewöhnlichen Stand aufſtieg, in Ungarn von Gran bis Peſth anrichtete, die Zerſtörungen der Oder, Elbe und Weichſel. Jedes Jahr bringt uns neue Unfälle, und mit Bangen ſieht der Bewohner deutſcher Stromebnen hinter ſeinen ſchwachen Dämmen auch in dieſem Jahre den drohenden Fluthen entgegen.

So heftige Bewegungen des Waſſers in Bächen und Strömen, wie die eben geſchilderten, rufen natürlich auch bedeutende Veränderungen in der Natur ihrer Umgebungen hervor. Die Ufergehänge werden abgenagt und unterwaſchen, die Betten tiefer ausgewühlt oder erhöht. Ruhige Becken nehmen die aufgeſchlämmten Trümmer, welche ihre wilden Zuflüſſe

von den Ufern riſſen, auf, und mächtige Ablagerungen erhöhen ihren Boden. So wird an den Mündungen fließender Gewäſſer ununterbrochen neues Land geſchaffen, ein Delta gebildet. Schon die Wildbäche zeigen bei ihrem Sturze in die breiteren Thäler dieſe Deltabildung. Verderblich in ihrem obern Laufe reißen dieſe wüthenden Alpenbäche den Schutt der ſteilen Felswände weg, um ihn am Mündungspunkte abzuſetzen. So bilden ſie einen keilförmigen, oben abgeplatteten Hügel, der an die Felswände angelehnt iſt, und auf deſſen Höhenkamm der Wildbach in immer ſeichter werdendem Bette dem Thale zuſtrömt. Den Strahlen eines Fächers gleich rieſeln nach beiden Seiten kleinere Zweige des Baches herab. Durch die plötzliche Erweiterung des Bettes beim Eintritt des Baches in das Hauptthal erhält das Delta ſeine Geſtalt, und dieſe erklärt die furchtbaren Verheerungen anſchwellender Wildbäche. Auf der Höhe eines Hügels, im flachen Bett verlaufend, fluthen ſie nach allen Seiten hin über, und der locker gehäufte Boden des Deltas gewährt ſelbſt Dämmen keinen feſten Grund. Der Alpenbewohner kann oft nur dadurch dem ſchrecklichſten Unheil vorbeugen, daß er das oft viele 1000 Fuß breite Delta in der Entfernung mit Mauern umgiebt, welche den ſchwellenden Fluthen zwar einen feſten Widerſtand, aber zugleich eine hinreichende Ausdehnung gewähren.

In gleicher Weiſe wie die Deltas bilden ſich in allen Gebirgsgegenden Schuttkegel und Schutthalden,

wo ſich eingeſchnittne Schluchten in Thäler münden. Mögen ſie auch oft nur die Wirkung von Felsſtürzen oder Lawinen ſein, ſo verdanken ſie doch meiſt ihre Entſtehung Wildbächen, welche zur Zeit des Schneeſchmelzens im Frühjahr über die Felswände herabſtürzen, bald aber verſiegen und ihr Bett trocken laſſen. Oft werden ſolche von Regengüſſen angeſchwellte oder durch Bergſchlüpfe und Gletſcherbrüche erzeugte Wildbäche ſo gewaltig mit aufgeſchwemmten Maſſen beladen, daß ſie als zerſtörende Schlammſtröme aus den Schluchten hervorbrechen, Felstrümmer vor ſich her treibend. Allein ſelbſt die gewaltigſten Schlammſtröme vermögen nie die ungeheuren Felsblöcke, welche ſie in den Verengerungen losreißen, durch eine Thalerweiterung hindurchzuführen, und nur die kleinern Trümmermaſſen, Sand und Schlamm werden in die weiteſte Ferne fortgetragen. Durch das fortwährende Rollen und Aneinanderreiben dieſer Bruchſtücke werden aber ihre ſcharfen Ecken und Kanten abgerundet, und ſo die eigenthümliche Form der Gerölle oder Rollſteine hervorgebracht. Selbſt in größeren Flüſſen verrathen ſich dieſe durch die dunklere Färbung, welche ſie während größerer Fluth dem Waſſer ertheilen. Im Oberrheine hört man ſelbſt beſtändig das kniſternde Reiben der bewegten Kieſel. Mit der Länge des Laufes nimmt natürlich die Größe dieſer Gerölle ab. Während man im obern Laufe des Rheins noch Gerölle von der Größe eines Kinderkopfs findet, ſieht man bei Köln ſelten noch fauſtgroße Stücke und in

Holland nur feinen Sand und Schlamm. Eine natürliche Folge dieſer Fortbewegung der Gerölle und feinen Sandtheile iſt deren Abſetzung an Orten, wo der Lauf des Fluſſes langſamer wird, und die Kraft, ſie fortzuſchaffen nachläßt. Daher beobachtet man in Flachländern eine ſtete Verſandung der Flußbetten, und wenn dieſe tief eingeſchnitten ſind, ſo erhebt ſich allmählig der Waſſerſpiegel und bei ſtärkeren Ueberſchwemmungen des Fluſſes überſtrömt er um ſo leichter ſeine Ufer, je mehr ſein Bett verſandet. Kommt gar eine heftigere Fluth, ſo bricht der Fluß durch, gräbt ſich ein neues Bett und läßt das alte als Nebenkanal oder ganz trocken zurück. In bewohnten Ebenen mußte man daher ſchon von alten Zeiten her darauf denken, die Ufer dieſer verſandenden Flußbetten einzudämmen, zu erhöhen, und ſo der Möglichkeit verheerender Ueberſchwemmungen entgegenzuwirken. So kommt es denn, daß bei ſteter Erhöhung des Flußgrundes und immer neuer Aufſchüttung der Dämme die Flußbetten ſich allmählig weit über das Niveau der umliegenden Gegenden erheben. Ein auffallendes Beiſpiel dieſes Reſultates des Ankämpfens gegen die Verſandung der Flußbetten und die Ueberſchwemmungen zeigt der Lauf des Po, der ſo hoch über die ihn umgebenden Ebenen erhaben iſt, daß die Stadt Ferrara weit unter ſeinem Waſſerſpiegel liegt, und der Grund des Flußbetts ſelbſt viele Ellen höher iſt, als der Boden der Stadt. Der Po läuft auf dem Rücken eines langen Dammes, welcher durch

eine große Strecke der lombardiſchen Ebene ſich hinzieht. —

Wenn nach Erhöhung des Flußbettes durch die Gerölle der ſeiner Natur überlaſſene Fluß ſeine Ufer durchbricht und in ein tieferes Niveau hinabſtürzend ſich ein neues Bett gräbt, ſo entſteht eine gabelförmige Theilung des vorher einfachen Laufes und bei mehrfacher Wiederholung derſelben Erſcheinung jene Form der Flußmündungen, welche man ihrer Aehnlichkeit mit dem griechiſchen Buchſtaben wegen Delta genannt hat. Die meiſten dieſer Delta's finden ſich bei den Ausmündungen der Flüſſe in Seen und Meere, und man hat jetzt den Anfangs nur auf die Nilmündungen angewandten Ausdruck in der Art ausgedehnt, daß man darunter alle Anhäufungen von Geröllen und Anſchwemmungen verſteht, welche von Flüſſen bei ihrer Ausmündung in größere Becken abgeſetzt werden, wie auch ihre Form wechſeln möge.

Die Deltas der Flüſſe, welche ſich in Seen ergießen, wie es die meiſten Flüſſe der Hochalpen thun, bieten die einfachſten Verhältniſſe dar, weil dieſe Waſſerbecken meiſt als ruhig angeſehen werden können und nicht durch eigne Bewegung wie das Meer durch Ebbe und Fluth ſtörend auf die Erſcheinung einwirken. Das Daſein ſolcher Seen iſt auch eine große Wohlthat für die Bewohner der Gebirgsländer und der daran gränzenden Ebnen; denn die den Alpen entſtrömenden Flüſſe führen ungeheure Mengen von Ge-

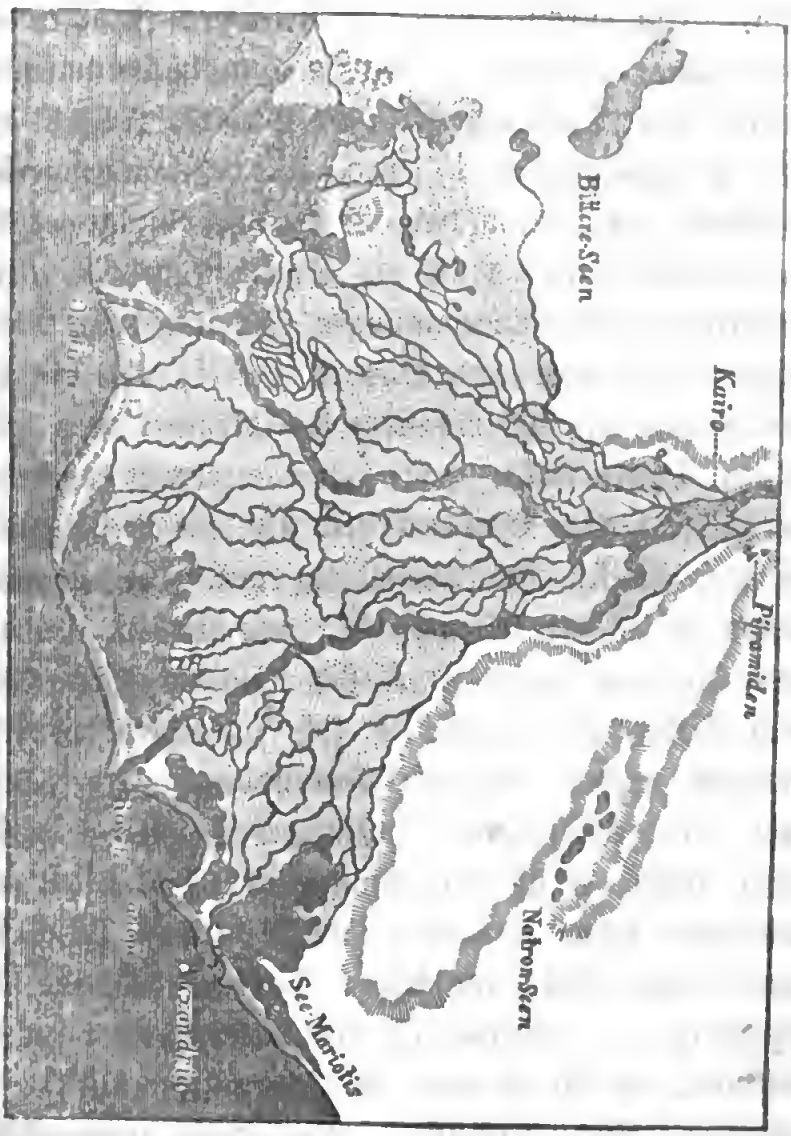
röll mit ſich, die bei ihrem ſtarken Gefälle und der Geſchwindigkeit ihres Laufes bis weit in die Ebene hinaus geführt werden, das Flußbett verſanden und die größten Ueberſchwemmungen bewirken würden, wenn ſich nicht die Seebecken in ihrem Laufe fänden, in welchem die Gerölle abgeſetzt, Schlamm und Sand niedergeſchlagen, die Ströme geklärt und gereinigt würden. Aber dieſe kleinen Deltas ſind nur Abbilder jener für die Geſchichte der Erdbildung und die Kultur des Menſchengeſchlechts ſo bedeutungsvollen Bildungen großer in das Meer mündender Ströme, die wir mit dem Namen der Niederlande bezeichnen. Hier tritt das eigenthümliche Wechſelverhältniß zwiſchen Fluß und Meer hinzu, das nur in Binnenmeeren untergeordneter erſcheint, wo der Einfluß von Ebbe und Fluth ſeine Bedeutung verliert. Po und Rhone, Donau und Nil zeigen daher die Deltabildung in ihrer einfachſten Geſtalt. Ein kurzer Blick auf die eben betrachteten Erſcheinungen wird uns ihren einfachen Verlauf auch in großartigerem Maaßſtabe überſehen laſſen. —

In ihrem obern, jäh abſtürzenden Laufe reißen die Flüſſe den Schutt der ſteilen Felswände, große Blöcke, die ihnen den Weg verengern, mit ſich fort. Anfangs eckig und ſcharfkantig, wie ſie es beim Abbrechen ſein mußten, reiben ſich dieſe Bruchſtücke allmählig ab und nehmen die rundliche Geſtalt der Gerölle an. Die größern Blöcke bleiben bald zurück, wenn die Geſchwindigkeit des fließenden Waſſers ab-

nimmt; die ſchweren Maſſen bleiben liegen und bilden einen Damm, den die hinter ihm aufgeſtaute Waſſermaſſe endlich wieder durchbricht und mit ſich fortführt. Jetzt gelangt der Fluß in die Ebne, ſein Lauf wird langſamer, denn ſein Fall wird geringer, ſeine treibende Kraft nimmt ab; ſo verringert ſich auch die Größe der Gerölle, die er noch zu bewegen vermag, und zuletzt bleiben nur noch Sand und Schlamm übrig, die das Bett der meiſten Flüſſe bilden. So gelangt der Fluß zum Meere, die feinſten erdigen Theile noch immer mit ſich führend. Hier ruht er, wenn das Meer ihm in ſeinen Wallbildungen eine Schranke entgegenwirft. Hier ſetzt er ſeine Schlammmaſſen ab, das Bett des Fluſſes erhöht ſich, der Strom durchbricht ſeine flachen Ufer, gräbt ſich ein neues Bett und bildet ſo nach und nach in ſeiner vielfachen Veräſtelung ein Delta. Ein charakteriſtiſches Vorbild für alle dieſe noch immer fortſchreitenden Schöpfungen fruchtbarer Landſtriche bietet uns der Nil, in deſſen Wogen ſich 3000jährige Denkmäler ſpiegeln, als untrügliche Zeugen für die Umgeſtaltungen des Bodens, die ſein Wellenſchlag in ihrer Nähe verurſacht hat.

Aus dem waſſerreichen, beſtändig von Regen und Nebeln getränkten Hochlande Habyſſiniens ſtürzt ſich der Nil terraſſenförmig durch das enge Felſenthal Nubiens und zwiſchen den lybiſchen und arabiſchen Sandſteingebirgen Oberägyptens hindurch dem Meere zu. Bei Kairo öffnet ſich das Thal, die Bergketten weichen

Das Nildelta.



zurück und nur einzelne Schluchten und Thäler an ihren Abhängen, das Thal der Verirrungen, der Strom ohne Waſſer und die Kette der Natronſeen zeigen, daß ſich einſt der Strom durch ſie einen Weg brach. Jetzt durchſtrömt er in vielfachen Zweigen eine weite Ebne, die von den beiden Hauptmündungen bei Roſette und Damiette umſchloſſen wird. Aber auch dieſe Mündungen ſind jetzt näher zuſammengerückt, die Breite des Deltas hat mit der Erhöhung des Bodens abgenommen; denn der Strom führt bei ſeinen alljährlichen Ueberſchwemmungen eine ungeheure Menge rothen Schlammes und Sandes herbei, bis die Gegenſtrömung des Meeres ſeine Treibkraft lähmt. Die erdigen Theile fallen jetzt nieder, werden aber von den nachfolgenden Waſſermaſſen auf die Seite geſchoben und häufen ſich dammartig auf. Gegen dieſen Damm ſpülen die Meereswellen und treiben ihn noch mehr ſeitwärts gegen die Küſten, wo er anfangs Untiefen bildet und allmählig ſich zu einem mächtigen Uferwalle erhebt, der die Neubildungen des Fluſſes gegen die zerſtörenden Einflüſſe des Meeres ſchützt. Dieſer Uferwall iſt am erhabenſten über das ganze umliegende Land, und ſeine Oberfläche von Dünenſand bedeckt, ſeine Baſis aus feſtem Kalkſtein gebildet. So ſchlecht er auch geeignet iſt, den Meereswogen zu widerſtehen, ſo hat er doch ſeit Jahrtauſenden ſeine urſprüngliche Form erhalten. Das wäre unbegreiflich, wenn man ſich nicht überzeugt hätte, daß dieſer kalkige Sandſtein ſich noch jetzt beſtändig neu bildet durch

die Bauten kleiner mikroſkopiſcher Schaalthiere, die im Uferſand leben. Hinter dem Uferwall bilden ſich die großen Waſſerbecken, Lagunen genannt, die durch 7 Mündungen mit dem Meere in Verbindung ſtehen, aber mehr und mehr von dem angeſchwemmten Schlamm erfüllt, allmählig ganz verſchwinden werden. An zwei Stellen, den Mündungen von Roſette und Damiette, haben ſich die Anſchwemmungen ſelbſt über den Uferwall hinaus erſtreckt und einen Uebergriff in das freie Meer begonnen. Hier haben ſich zwei Vorſprünge gebildet, die ſich ſtets durch neuen Abſatz vergrößern, langſam und in ſtetem Kampfe mit den zertrümmernden Wogen des Meeres. Wie bedeutend die Bodenerhöhung nicht nur der Deltagegend, ſondern des ganzen Nilthales iſt, davon ſind die herrlichen Trümmer der alten Prachtgebäude Thebens die beſten Zeugen. Damals auf künſtlichen, dem ſchwellenden Waſſer unzugänglichen Hügeln gelegen, überragten ihre Sockel den Boden, der ſie trägt, in kunſtgerechter Weiſe. Jetzt ſind alle Grundmauern bis zu den erſten Frieſen und Karnießen in ihn verſunken, alle Statuen über die Hälfte vom Erdreich bedeckt. An der koloſſalen Memnonsſtatue fand man bei der franzöſiſchen Expedition eine Inſchrift aus dem J. 148 n. Chr. 6 Fuß unter dem Boden und ſchloß daher, daß die Ablagerung während eines Jahrhunderts zwiſchen 3 und 4 Zoll betrage. Danach würde der Palaſt von Luxor, an welchem die Anhäufung über 18 Fuß beträgt, ein Alter von 4500 Jahren haben.

Jedenfalls iſt es wahrſcheinlich, daß zur Blüthezeit Thebens ganz Unterägypten noch Strombett war, und nur einzelne Küſtenſtriche aus dem Waſſer emporragten. Vielleicht war die Höhe von Memphis der äußerſte bewohnbare Theil, und hier legte man darum die Kolonie an, welche ſpäter durch ihre bequemere Verbindung mit dem Meere ſich über die Mutterſtadt erhob, bis auch ſie einer neuen Seeſtadt, Alexandrien, weichen mußte.

Wie beim Nil, ſo zeigt ſich die Deltabildung auch bei andern Flüſſen, welche in Binnenmeere münden. Das größte Delta auf Erden hat aber der Ganges aufzuweiſen, welches in der Länge und Breite über 40 Meilen mißt. Vom höchſten Gebirge der Erde fließt in vielen tauſend Rinnſalen das Gewäſſer dem Punkte zu, wo der mit dem Ganges vereinigte Buremputr die Nordſpitze des Golfs von Bengalen trifft. Die ungeheuren Mengen Schlammes, welche dieſe Ströme mit ſich führen, und die oft mehr als den 4ten Theil des Waſſers bilden, lagern ſich hier ab, aufgehalten von den gegenſtrömenden Meereswogen, und bilden eine weite Ebne, welche den Namen des Sunderbunds führt und aus torfigen Moräſten, ſeichten Schlammſeen und weiten Strecken ſumpfigen Landes beſteht, von Rohr und Geſtrüppe bedeckt, die Heimath von Tigern, Krokodilen und Schlangen. Nicht minder bedeutend und noch ausgezeichnet durch ſein äußerſt ſchnelles Wachsthum iſt das Delta des Miſſiſippi, welches ein flaches niedriges Land bildet,

das 9 Monate hindurch überschwemmt ist und den Anblick eines weiten Sees darbietet, aus welchem nur längs des Stromes und seiner Arme schmale Dämme hervorsehen. Der Strom selbst verzweigt sich in zahllose Arme, Bayus genannt, die oft größtentheils trocken stehen oder nur von den großen Landseen gespeist werden. Wenn schon die Menge des angeschwemmten Schlammes ungeheuer ist, so kommen hier noch die gewaltigen Flöße von Baumstämmen und ganzen Bäumen mit Wurzeln und Aesten, die sogenannten Snags dazu, in welchen sich oft Sand, Schlamm und Erde festsetzen und so schwimmende mit reicher Vegetation bekleidete Inseln bilden, die sich mit dem festen Lande vereinigen und dies vergrößern. So schreitet die Verlängerung des Deltas jährlich um mehr als 1000 Fuß vor. —

Unter den europäischen Deltas verdient vor allen eine Erwähnung das des Po, welches sich am adriatischen Meerbusen zwischen Rimini und dem Golf von Triest hinzieht und in seiner ganzen Länge durch einen sanft gekrümmten Uferwall begrenzt ist, der in der Nähe von Venedig den Namen des Lido trägt. Hinter diesem Lido zeigen sich besonders bei Venedig und Comachio bedeutende Lagunen, die allmählig von den Ablagerungen des Po, der Etsch, der Brenta, der Piave, des Tagliamento und andrer Flüsse ausgefüllt und in Sümpfe oder Aecker verwandelt werden, und an deren innerm Ufer die meisten Küstenstädte liegen, so daß sie immer mehr und mehr vom Meeresufer ab-

geſchnitten und als Seehäfen vernichtet werden. Noch im Mittelalter lag Ravenna an der Mündung des Po und am Ufer einer Lagune, welche als Kriegshafen diente, während es heutigen Tages eine Meile von der Küſte entfernt iſt, und die Stelle des ehemaligen Hafens Gärten und fruchtbare Aecker einnehmen. Auch Adria war in der Römerzeit ein Hafen und liegt jetzt $3^1/_4$ Meilen vom Meere entfernt, da das Delta in Folge der Anſchwemmungen ſich über den Uferwall hinaus in das Meer vorſchob. Die Lagunen von Venedig ſind nur durch bedeutende Arbeit bis jetzt vor der gänzlichen Verſandung bewahrt worden, und doch theilt Venedig vielleicht binnen Kurzem das Schickſal Ravennas. Auch die Einwohner von Comachio konnten nur durch Ablenkung ſämmtlicher Ströme ſüßen Waſſers, die ſich in ihre Lagunen ergoſſen, die Anfüllung dieſer fiſchreichen Binnenſeen verhindern. —

Unter unſern deutſchen Strömen zeichnet ſich der Rhein durch ſeine verwickelte Deltabildung aus, bei welcher außer den Flußablagerungen und den Meeresbildungen auch die allmählige Bodenſenkung der Niederlande eine einflußreiche Rolle ſpielt. Die Küſtenlinie vom Kanal bis zur Elbmündung und längs der ſchleswigſchen Küſten bietet eine äußerſt gleichförmige Krümmung dar, welche nur durch einzelne Einſchnitte und Verbindungen des Meeres mit den zahlreichen Binnenſeen unterbrochen iſt, die ſich hinter dem Uferwalle befinden. Die Inſelreihe, welche ſich im Norden

des Zuiderſees längs der frieſiſchen Küſte bis zur Weſermündung hinzieht, zeigt die Ueberreſte dieſes Uferwalls, deſſen Zerſtörung durch die Meereswellen ſogar in hiſtoriſcher Zeit bedeutend vorgeſchritten iſt. Von der norddeutſchen Ebne ſind die Niederlande durch einen breiten Streifen thonigen, mit Geröll gemiſchten Kiesſandes getrennt, welcher den Namen die Geeſt führt, und ſo wie er noch jetzt den Boden der weſtphäliſchen Steppen bildet, einſt auch den Boden des Rheindeltas bedeckte, auf welchem ſich die Anſchwemmungen des Rheins, der Schelde und Maas ablagerten. Durch die beſtändigen Erhöhungen des Flußbettes, welches der Fluß oft verließ, um ſich ein neues zu graben, und durch die fleißigen Bemühungen der Anwohner, ſich vor Ueberſchwemmungen zu ſchützen und das umliegende Land dem Meere und Fluſſe zu entringen, haben die Mündungen des Rheins, die wir jetzt unter den Namen Waal, Leck und Yſſel kennen, beſtändige Veränderungen erlitten. Die alten Bataver behaupteten ſich im Rheindelta und in Friesland, wie die Aegypter im Delta des Nil. Sie errichteten Hügel und Dämme als Zufluchtsſtätten für die Zeit der Ueberſchwemmung und überließen das platte Land der periodiſch wiederkehrenden Fluth, welche die aufgeſtauten Gewäſſer des Landes zwang ihren Schlamm abzuſetzen, der allmählig den Boden über den Bereich der Ueberſchwemmungen erhöhte. Aber der Niederländer hatte nicht die Geduld des Aegypters, er wollte von der Natur abtrotzen, was

dieſe in langſamer Entwicklung verſprach. Sie wehrten dem Eindringen des Meeres, ſchützten ihre tiefliegenden Aecker durch Dämme und erhielten ſie trocken durch von Windmühlen getriebne Schöpfmaſchinen. So entſtanden die Polders, deren angeſchwemmter Boden eine vorzügliche Fruchtbarkeit beſitzt, die aber freilich nicht durch erneute Abſätze genährt wird. An der frieſiſchen Küſte, wo die Polders weniger gebräuchlich ſind, bilden ſich die fruchtbaren Marſchländer beſonders unter Mitwirkung der Vegetation, in deren vielfachem Gewirr die Anſchwemmungen zurückgehalten werden, die nun den Boden erhöhen und das ſandige Wattland in Weiden und Ackerland verwandeln. Wenn aber auch die Ausfüllung der hinter dem Uferwalle gelegnen Niederungen keine unbedeutende Rolle ſpielt, ſo bleibt andrerſeits das Meer durchaus nicht unthätig. Es arbeitet dieſen Bildungen mächtig entgegen. Die Geſchichte von Cäſars Zeit bis auf die unſrige weiſt eine Reihe von Einbrüchen des Meeres nach, unter denen der bedeutendſte derjenige iſt, welcher im 13. Jahrh. den Zuiderſee bildete, an deſſen Stelle damals ein Süßwaſſerſee, Flevo, lag, welchen die Yſſel durchſtrömte, um bei der heutigen Inſel Vlieland in das Meer zu münden. Aehnliche Einbrüche des Meeres bei Sturmfluthen gaben auch dem Dollart und der Jahde ihre Entſtehung, und bei Katwyk finden ſich noch die Ruinen einer römiſchen Feſtung, welche der Kaiſer Claudius in einer Entfernung von 600 Schritten vom Geſtade anlegte, auf dem

Grunde des Meeres. Solche Erſcheinungen könnten zu der Vermuthung führen, daß der Boden der Niederlande ſich allmählig ſenkt, und dadurch die Dämme mit der Zeit unzureichend gegen die einbrechenden Meereswogen macht; wenn nicht die ähnliche Erfahrung von ſtets nöthiger werdenden Erhöhungen der Dämme an andern Flüſſen, beſonders am Nil, vielmehr auf eine Erhöhung des Flußbettes hindeutete, welche auch das eindringende Meer einen immer weitern Spielraum zu erkämpfen zwingt.

Man iſt oft auch geneigt geweſen, die eigenthümlichen Mündungen unſrer Oſtſeeflüſſe mit Deltabildungen zu vergleichen; aber im eigentlichen Sinne kann hier von ſolchen nicht die Rede ſein. Allerdings entſprechen die ſchmalen Landzungen oder Nehrungen, welche dieſelben gegen das Meer hin abgrenzen, den Uferwällen, und die dahinter gelegnen großen Waſſerbecken oder Haffe den Lagunen, aber was gerade die Deltabildungen am meiſten charakteriſirt, die Anſchwemmungen fehlen meiſt gänzlich. Am allerwenigſten können wir bei der Oder von einem Delta ſprechen. Denn die Inſeln Uſedom und Wollin, welche den Uferdamm bilden, ſind kein Produkt des Fluſſes und des Meeres, wofür man ſie oft fälſchlich gehalten hat. Sie ſchließen vielmehr einen feſtern Kern, Kreide, in ſich, welche, wie es ſcheint, die Grundlage unſrer ganzen Oſtſeeländer, Mecklenburgs und Pommerns, bildet und, durch frühere Hebungen aus der Tiefe überall durchbrochen, nur an einzelnen Stellen,

wie in den Kreidefelſen Jasmunds, an die Oberfläche tritt. —

Da, wo keine Uferwälle den Eintritt des Fluſſes in das Meer beſchützen und die Ablagerung der Gerölle und Schlammmaſſen begünſtigen, entſtehen jene offnen Buchten, welche man auch Aeſtuarien nennt, in denen das Meer frei aus- und eintritt und Ebbe und Fluth ungehindert, ja in größerer Ausdehnung als an andern Küſten herrſchen. Die Fluth ſtaut das Flußwaſſer zurück und drängt es meilenweit landeinwärts; die Ebbe öffnet wieder die Schleuſen des Fluſſes, der nun mit vermehrtem Gefälle vorwärts ſtrömt und ſeine Gerölle weit in die See hinein führt, auf deren Grunde er ſie ablagert. Das überzeugendſte Beiſpiel dieſer Art liefert der Maranhon oder Amazonenſtrom, der größte aller Flüſſe, der aus Urwäldern, unbebautem und angeſchwemmtem Lande eine ungeheure Menge von Schlamm, Sand und Treibholz in das Meer führt und dennoch kein Delta gebildet hat, weil ſeine Mündung durch keinen Uferdamm gegen die dort herrſchende Meeresſtrömung geſchützt wird, die wir unter dem Namen des Golfſtroms aus dem Mexikaniſchen Golf wieder hervorbrechen ſehen. Dieſer Meeresſtrom reißt die vom Amazonenſtrom ins Meer geführten Sand- und Schlammmaſſen mit ſich fort und bildet ſo bis zum Orinoko hin eine Reihe von ſchlammigen Uferbänken, Moräſten und untermeeriſchen Schlammablagerungen, die ſich täglich vergrößern und dem feſten Lande von Guyana

ſich anſchließen. Bis in ungemeſſne Fernen werden aber die feinern Schlammtheile über den ganzen Ocean verbreitet und lagern ſich auf ſeinem Boden in Schichten ab, von deren Vorhandenſein das Senkblei unmittelbare Beweiſe geliefert hat.

Aber nicht bloß die Flüſſe, auch das Meer ſelbſt wird Schöpfer neuer Bildungen, indem es die Trümmer, die es an einer Küſte losgebrochen, und die Sand- und Schlammmaſſen, die es den Flüſſen geraubt hat, an andren Küſten wieder anſpült. So entſtehen jene Uferwälle, welche vor den eingeſchnittnen Buchten jene Landzungen und Nehrungen bildeten, wodurch dieſe in Binnenſeen und Lagunen verwandelt wurden; welche ſich aber auch überall zeigen, wo nur ſandige Ufer ſich den Meereswellen entgegenſtellen. Auch wo Flußmündungen dieſen Uferwall durchbrochen haben, findet ſich oft noch eine ſeichtere quer durch die Mündung gezogne Bank, die Barre genannt, welche oft den größeren Schiffen die Einfahrt verwehrt. Wenn die loſen Sand- und Geröllmaſſen, welche das Meer anſchwemmt, durch ein kalkiges Cement zuſammengebacken werden, ſo entſtehen ſehr feſte Geſteine, Kalk- und Sandſteine. Beſonders werden dieſe Strandbildungen durch den Reichthum an kalkigen Schalen von Seethieren aller Art begünſtigt, welche, in den Brandungen zerbrochen, zerſplittert und zerrieben, einen bindenden Kitt bilden, der theils andre Kalkmaſſen, theils den Uferſand zu Geſteinen verhärtet. Ein wie jugendliches Alter dieſen neuen Felſengebilden zukommt,

das beweiſen die in ihnen eingeſchloſſenen organiſchen Maſſen und Kunſtprodukte hiſtoriſcher Zeit. In dem Kalkſtein von Guadeloupe fand man Scherben, ſteinerne Beile, ganze Baumſtämme und Gerippe von Menſchen; in den neuen Strandbildungen von Helſingör fand man ſogar Stecknadeln und däniſche Münzen aus der Zeit Chriſtians IV., der Mitte des 17. Jahrh., eingeſchloſſen. Auch die Küſten Pommerns ſcheinen in der Länge der Zeit eine ganz veränderte Geſtalt erhalten zu haben. Das Meer griff früher weit in das Land ein, das mit Wäldern und Sümpfen bedeckt war. In einem ſolchen Moorgrunde fand man zu Ende des vorigen Jahrhunderts meilenweit von der Küſte einen großen Anker und Schiffstrümmer, ein Zeichen, daß auch hier das Meer Feſtland geſchaffen, wenn auch nicht Felſengeſtade und Steinwälle wie an andern Küſten.

Wo kein Bindemittel den loſen Sand zu feſten Geſteinen verkittet, da erhält der Wind Macht über ihn und bildet Dünen, welche aus langen Reihen von über 100 Fuß hohen Sandhügeln beſtehen. An flachen Küſten wird der von der Fluth angeſchwemmte Sand, welcher während der Ebbe trocknet, vom Winde landeinwärts geführt, nach und nach zu einem Hügel zuſammengeweht, der gegen das Meer hin ſanft verläuft, wenn dies nicht ſeinen Fuß untergräbt und einen ſteilen Abfall herbeiführt. Natürlich müſſen ſolche aufgeſchüttete Flugſandmaſſen ſehr unbeſtändig ſein. Indem fortwährend der weggeführte Flugſand über

den Damm der Düne hinaufgewirbelt und auf der Landseite abgesetzt wird, treibt die Düne vor dem Winde her und dringt zum Schrecken der Küstenbewohner landeinwärts vor. So haben in den letzten Jahrhunderten die Dünen an den Küsten der Bretagne und der Landes weite Landstriche mit einem Sandmeere bedeckt, aus dem man nur noch einige Kirchthurmspitzen und Schornsteine verschütteter Dörfer hervorragen sieht. Wenn indeß die Dünen einerseits durch ihr Vorrücken so verderblich werden können, so darf man auf der andern Seite nicht vergessen, daß die meisten flachen Küstenländer diesen natürlichen Wällen ihr Dasein verdanken. Darum finden wir sie von den Pyrenäen bis zu den Küsten der Ostsee sich erstrecken. Aber selbst im Innern der Festländer und unter dem Spiegel des Meeres finden wir oft unverkennbare Spuren ihres Daseins. So kommen in den Steppen des südlichen Rußlands und in der Sandwüste Naryn zwischen Wolga und Ural zum Theil bewachsene Hügelzüge vor, die man für die alten Dünen des kaspischen und schwarzen Meeres ansehen muß; und auch das Sandsteinriff, welches über 200 Meilen weit den östlichen Theil von Brasilien umzieht, will man als eine vom Meere überfluthete Düne betrachten.

Aber das Meer schafft nicht immer neue Länder und schützende Dämme, es macht auch oft Eroberungen auf Kosten des festen Landes, indem es Theile desselben zernagt und verschlingt. Darin wird es noch

vielfach durch Winde und Regen, Landgewäſſer und vulkaniſche Erſcheinungen unterſtützt. Mythiſche Sagen und hiſtoriſche Zeugniſſe bieten uns reiche Belege dieſer Thätigkeit dar. Wenngleich flache Küſten am wenigſten den Ueberfluthungen des Meeres widerſtehen können, ſo ſind doch auch die felſigen Steilufer dieſem zerſtörenden Einfluß nicht minder ausgeſetzt. Die meiſten Steilküſten, welche aus den härteſten Geſteinen beſtehen, zeigen eine Menge von Spalten und Klüften, in welche das Meer eindringt und große Blöcke ablöſt. Zwar bilden dann allmählig die losgebrochnen Trümmer einen Damm, der die Fluth bricht und das fernere Ablöſen durch die Wogen hindert. Aber bald weichen auch ſie der ſtürmiſchen Gewalt des Feindes und überlaſſen die ſchutzloſe Küſte ſeinem verſtärkten Grimme.

An mehr erdigen Küſten, beſonders Kreide- und Sandſteinküſten, zeigt die zerſtörende Kraft der Wogen die bedeutendſten Wirkungen; denn das Meer nagt an der Kreide, ſpült einen Theil ihrer Maſſe am Grunde fort und beraubt den darüber hängenden Theil oder die in den weichen Maſſen eingeſchloſſenen Blöcke härterer Geſteine ihrer Stütze, die nun herunterſtürzen und vom Meere verſchlungen und fortgeführt werden. Aehnliche Zerſtörungen zeigen ſich, wenn die Ufer aus geſchichteten Geſteinen beſtehen, beſonders wenn die Schichtungsflächen gegen das Meer einfallen. Dann dringt das Waſſer zwiſchen den Schichten aufwärts vor und verurſacht das Herabgleiten der obern

Schichten. Aus den Trümmern dieſer zerſtörten Küſten bildet nun das Meer ſelbſt Geſchiebe- und Sandbänke, beſonders in Meerengen und an hervorragenden Uferſpitzen, wo ſich faſt immer zwei Waſſerſtröme begegnen. Dafür ſpricht die Verſandung der Meerenge zwiſchen Rügen und der pommerſchen Küſte, durch welche der Strom der Oſtſee ſeine Waſſer weſtlich treibt, während der Wellenſchlag an den nordwärts gewendeten Dünenküſten der Inſeln Daes und Zingſt fortwährend Sand abſpült und oſtwärts fortführt. So wurde ſogar die Meerenge zwiſchen den beiden Halbinſeln Wittow und Jasmund allmählig ganz durch eine Sandbank, die ſchmale Haide, geſchloſſen, da der Eingang dieſer Meerenge weiter war als ihr Ausgang, und ſo die mit großer Gewalt einſtrömenden Gewäſſer gehemmt und veranlaßt wurden, ihre Geſchiebe fallen zu laſſen. Auf ähnliche Weiſe bewirkt der Golfſtrom da, wo er von dem Strom der Lorenzmündungen getroffen und gelähmt wird, die großen Sandbänke von Newfoundland und Neuſchottland. Die Zerſtörungen des Meeres ſind aber viel gewaltiger und ihre Beiſpiele zahllos. Die ausgezackten Küſten der Bretagne, welche doch aus hartem Granit beſtehen, zeigen noch deutliche Spuren von ihren vielfachen Veränderungen, deren noch alte Sagen gedenken. Während des 9. Jahrh. ſollen die Wellen Wälder und Dörfer verſchlungen haben und noch jetzt findet man ihre Ueberreſte auf dem Boden des Meeres. Nicht minder deutlich zeigen die Küſten Großbrittaniens

und Irlands, wie wenig ſelbſt Felſengeſtade den Gang des Weltmeeres aufzuhalten vermögen, wie irrig der Glaube an die Beſtändigkeit der vorhandnen Feſtländer oder an das Unvermögen jetzt wirkender Urſachen iſt. Die ganze Küſte von Yorkſhire vom Tee bis zum Humber iſt in einem Zuſtande ſtufenweiſen Verfalls; 300 Fuß hohe ſchroffe Abhänge zeugen von der freſſenden Kraft des Meeres. An den niedrigen Ufern des Washbuſens ſteht ein großer verſunkner Wald unter Waſſer, deſſen Bäume an Stämmen, Wurzeln und Aeſten noch unverſehrt ſind, und deren Harz noch benutzt wird. Mehrere Meilen des Meeresbodens bedeckt dieſe Holzablagerung, und wo jetzt das Meer fluthet, ſtand einſt die Kirche des Dorfs. Und noch an vielen Küſten Englands findet man jetzt nur Sandbänke im Meere, wo einſt die Geſchichte bedeutende Städte erwähnte. Auch die Stadt Brighton lag noch unter der Regierung der Königin Eliſabeth da, wo jetzt nur eine Reihe von Pfeilern ſich ins Meer erſtreckt; von der alten Stadt iſt keine Spur mehr vorhanden. Die Inſel Shepey am Ausfluß der Themſe wird noch jetzt von dem zerſtörenden Wogendrange mit Vernichtung bedroht, und die Erfahrungen der neueſten Zeit laſſen ihren Untergang im Laufe dieſes Jahrhunderts beſorgen. Die Reculverkirche ſtand noch zur Zeit Heinrichs VIII. eine Meile vom Meere entfernt; jetzt iſt bereits der Kirchhof mit den angrenzenden Häuſern weggeſchwemmt, die Kirche ſteht einſam und verlaſſen, und der Felſen, auf dem ſie ruht, wäre längſt

gleichfalls ein Raub der Fluthen, wenn nicht die Kunst des Menschen durch Steindämme und Holzpfeiler die Wogenmacht gebrochen hätte. Wie sich nicht minder verheerend die Meeresfluthen an den Nordseeküsten Hollands und Deutschlands bewiesen haben, das zeigten uns schon früher die Durchbrüche des Zuidersees, des Dollart und der Jahde. Auch an den flachen Westküsten der Dänischen Halbinsel besteht ein alter Kampf zwischen Land und Meer, der einst Jütland zu einer Insel zu machen droht. Noch im Jahre 1824 durchbrach bei einer Sturmfluth das Meer die schmale Landenge, welche Nordjütland mit den übrigen Theile der Halbinsel vereinigte und die Wasser der Nordsee ergossen sich in den Lymfiord, einen Busen der Ostsee. An den Küsten von Schleswig lag einst ein sehr fruchtbarer und bevölkerter Landstrich, Nordfriesland genannt, der eine Halbinsel von 9 — 11 Meilen Länge und 6 — 8 Meilen Breite bildete. Im Jahre 1240 wurde er vom Festland abgerissen und bis auf eine kleine Insel Nordstrand von den Wellen verschlungen. Aber auch diese immer noch durch Bevölkerung und Kultur berühmte Insel wurde im J. 1638 von den Fluthen zerrissen, und jene schreckliche Katastrophe, die über 6000 Menschen das Leben kostete, ließ nur drei kleine, noch immer von gleichem Schicksale bedrohte Inseln übrig, Nordstrand, Pelworm und Lütjemoor. Auch die Ostsee hat an ihren unbeschützten Südküsten manche Verwüstungen angerichtet. An den Küsten Samlands finden sich jetzt Buchten an der Stelle

ganzer Strecken Acker- und Waldlandes, die noch in hiſtoriſcher Zeit erwähnt werden. Rügen aber iſt der ſprechendſte Zeuge für dieſe Zerſtörungen. Wenngleich die vielfachen Sagen, welche von einem frühern Zuſammenhange Rügens mit dem pommerſchen Feſtlande einerſeits und mit den Kreidebänken der däniſchen Inſeln andrerſeits, ſo wie von der gewalſamen Trennung der Inſel Hiddenſee von Rügen durch eine Sturmfluth im 14. Jahrhundert erzählen, keinen Glauben verdienen, durch hiſtoriſche Nachrichten vielmehr widerlegt werden, ſo läßt ſich doch nicht läugnen, daß in älterer Zeit ein ſolcher Zuſammenhang mehr als wahrſcheinlich iſt. Die Zerſtörungen, welche die Oſtſee in neueren Jahren verrichtete, ſind ein redender Zeuge von ihren früheren Thaten. Die Stürme des Jahres 1837 wühlten bei Swinemünde die mächtigſten Granitblöcke aus dem Meeresgrunde auf und ſchleuderten ſie weit über die ſchützenden Dämme. Der Leuchtthurm auf Uſedom war von den Wellen überſchwemmt und dem Untergange nahe. Meeresſand, Muſcheln und Seetang wurden 50 bis 80 Fuß hoch über die ſteilen Ufer bis tief in die Wälder hinein getrieben. Es ließen ſich noch zahlreiche Beweiſe von Küſtenveränderungen und Verwandlungen von Feſtländern in Inſeln und Meeresgrund aufzählen; doch das Angeführte genügt, um zu zeigen, daß in einer fernen Zukunft die nagende Kraft des Waſſers den Küſtenumriſſen der Feſtländer und Inſeln eine ganz andere Geſtalt geben wird, als ſie jetzt iſt. Aber nicht bloß an den Küſten, auch am

Meeresgrunde ist die Kraft der oceanischen Fluthen in ununterbrochner Thätigkeit. Man hat Bewegungen des Meeres beobachtet, die über 200 Fuß tief reichten und so mächtig waren, daß sie bedeutende Felsmassen in Stücke zerschlugen und als Trümmergestein auf die Küste warfen. An den Shetlandsinseln sind solche ungeheure Blöcke, die oft mehrere 100 Fuß weit weggeschleudert werden, eine gewöhnliche Erscheinung, und werden von den Leuchtthurmwärtern Reisende oder Travellers genannt.

Großartiger, als alle jene Zerstörungen von Küsten, sind die Durchbrüche, welche aus einem Meere in das andre erfolgt sind, Ereignisse, die frühen Epochen unsres Erdballs angehören. Kaum dunkle Sagen erwähnen ihrer, aber der Boden selbst trägt die natürlichen Denkmäler dieser Ereignisse in sich. Zu den merkwürdigsten Begebenheiten dieser Art gehört der Durchbruch des thracischen Bosporus oder der Meerenge von Konstantinopel. Bei alten Schriftstellern, Homer, Herodot, Plinius finden sich viele Nachrichten über einen einstigen größern Umfang des schwarzen, asowschen und kaspischen Meeres, die aus einem bloßen Irrthume oder der damaligen mangelhaften Schifffahrtkunst nicht zu erklären sind. Den Aralsee, der jetzt zum Theil nur durch sandige Niederungen vom kaspischen Meere geschieden ist, scheint Herodot nicht gekannt zu haben, und spätere Geographen lassen sogar den Jaxartes und Oxus sich unmittelbar in das kaspische Meer ergießen. Andere Nachrichten aus späterer

Zeit ſprechen von ehemaligen Seen im ſüdlichen Rußland, von einem großen Sumpfe, den Attila mit ſeinen Hunnen zwiſchen dem ſchwarzen und kaſpiſchen Meere durchzogen habe, und der jetzt nicht mehr vorhanden iſt. Alles das deutet auf einen einſtigen größern Umfang dieſer Meere, auf einen höhern Waſſerſtand derſelben und einen früheren Zuſammenhang unter einander hin. Aber ſolche Sagen und Nachrichten könnten gar keinen Werth für uns haben, wenn nicht neuere wiſſenſchaftliche Unterſuchungen in jenen Gegenden ihre Angaben beſtätigten und unzweifelhaft jene Länder als alten Meeresboden erwieſen. Zu den Thatſachen, welche dieſe Behauptung begründen, gehören beſonders die Steppen, welche ſich vom weſtlichen Ufer des kaſpiſchen Meeres bis an die Sarpa, und von dem nördlichen bis zu den Anhöhen des Ural hinziehen und aus einem mit Schlamm verbundenen ſalzhaltigen Sande beſtehen, über welchen überall zahlreiche Salzſeen verbreitet ſind. Auch die dort zerſtreuten Schalen von Muſcheln, die den noch jetzt im kaſpiſchen Meer lebenden Arten angehören, und die zum Anbinden der Schiffe dienenden Ringe, die man ſelbſt am Hämus einige 100 Fuß hoch über dem Meere gefunden hat, geben ein Zeugniß für die einſtige Herrſchaft des Meeres über dieſe Länder ab. Zahlreiche wiſſenſchaftliche Reiſen neuerer Zeit haben uns ſelbſt die Küſtenlinie dieſes alten Meeres zum Theil kennen gelehrt. Die alte Mündung des Don muß einſt da geweſen ſein, wo jetzt der Donez in ihn mün-

det; und wirklich ſieht man dort zwiſchen Tſcherkask und Taganrok ſich eine Kalkſteinanhöhe hinziehen, welche offenbar einſt das alte Seeufer bildete. Auch weiter öſtlich findet man an den Nordrändern der niedrigen Steppen 200 Fuß hohe, ſteil abfallende Kalk- und Sandhügel, wahrhafte Dünen, die rings in einem Kranze das ehemalige Ufer umgeben. So läßt ſich wenigſtens in den genau unterſuchten Theilen dieſer Gegend überall mit ziemlicher Sicherheit die Grenze des ehemaligen Meeres nachweiſen. Dieſes weite, früher geſchloſſne Meer empfing eine ungeheure Waſſermaſſe aus allen Strömen, von der Donau bis zum Amu und Sir, dem Oxus und Jaxartes der Alten. Mit dieſen mächtigen Zuflüſſen konnte ſich wohl die Verdunſtung nicht lange im Gleichgewicht halten. Das Niveau des Meeres erhob ſich immer höher, bis es an der niedrigſten Stelle ſeiner Ufer anfing überzufließen und ſich ein Bett einzuſchneiden. Dieſes Bett wurde immer tiefer, immer mehr Waſſer wurde abgeführt, und der Waſſerſpiegel ſank. Fanden ſich vielleicht im neuen Bette Lagen von minder feſter Steinart, ſo konnte leicht der ungeheure auf die Stelle des Abfluſſes wirkende Druck der Waſſermaſſe auf einmal ſo beträchtliche Einbrüche in den Boden machen, daß der vorher allmählige Abfluß ſich in einen reißenden Durchbruch verwandelte und eine Ueberfluthung der vorliegenden Land- und Waſſerflächen hervorbrachte, die nicht eher nachlaſſen konnte, als bis der ganze Spiegel der abſtrömenden Waſſermaſſen auf dieſelbe Höhe herabgeſunken war, in

welcher ſich der Spiegel des ägäiſchen Meeres unterhalb des Durchbruches befand. Bedenken wir nun, daß vor dem Durchbruche das Meer eine Fläche von 30000 QM. einnahm und 200 Fuß über dem jetzigen Niveau des ſchwarzen Meeres lag, ſo wird leicht begreiflich, daß bei gewaltſamem Durchbruch ungeheure Waſſerfluthen gegen die Küſten des ägäiſchen Meeres anſtürmen und die niederen Landſchaften verwüſten oder bleibend unter den Wellen begraben mußten. Das ſind vielleicht jene Deukaleoniſchen Fluthen, welche nach den alten griechiſchen Sagen einſt Theſſalien und den Peloponnes betroffen haben. Uebrigens iſt es ſehr wahrſcheinlich, daß es ſelbſt nach einem ſo raſch erfolgten Durchbruch Jahrhunderte währte, ehe der Spiegel des abfließenden Meeres auf die letzte Tiefe herabſank, und ſein Umfang ſich ſo verminderte, daß zu beiden Seiten des jetzigen kaſpiſchen Meeres die beiden breiten Iſthmen entſtanden, durch welche das frühere Meer in drei große Seen getrennt wurde. Noch heute zeigt der Bosporus das Anſehen eines fortwährenden ruhigen Stromes, welcher noch immer ſeine Ufer durch Losreißung vom Lande erweitert. Daß das kaſpiſche Meer jetzt nach den neueſten Forſchungen 37 Fuß, nach älteren Annahmen ſogar 76 Fuß, tiefer als das ſchwarze Meer liegt, iſt wohl daraus zu erklären, daß nach der Trennung der Meere das Becken, welches für das kaſpiſche Meer geblieben war, für die Wolga allein zu groß war, ſo daß die Verdunſtung, zumal unter jenen heißen Himmelsſtrichen, den Zufluß überwog. Sein

Spiegel mußte folglich ſinken und die Wolga in Folge dieſes Zurückweichens auf dem neuen Boden ihren Lauf verlängern und ſich durch neue Quellen verſtärken, bis beide wieder im Gleichgewicht ſtanden. Auch der Aralſee zeigt deutliche Spuren, daß er von ſeinem ehemaligen Stande herabgeſunken ſei; denn faſt die Hälfte deſſelben beſteht aus Sümpfen, zwiſchen denen zahlloſe Inſeln liegen. Er konnte aber, da ihm mehrere im Verhältniß zu ſeinem Umfange ſehr bedeutende Zuflüſſe von Oſten her blieben, nicht ſo tief, als das kaſpiſche Meer ſinken. Nach neueren Unterſuchungen ſteht er daher 71 Fuß über dem kaſpiſchen, alſo ſogar noch 34 Fuß über dem Niveau des ſchwarzen Meeres.

Ein zweiter nicht minder wichtiger Meeresdurchbruch gab der Straße von Gibraltar ihren Urſprung. Alte und neuere Schriftſteller haben ihn wohl als eine Folge von jenem des thraciſchen Bosporus und von der dadurch bewirkten Ueberfüllung des Mittelländiſchen Meeres darſtellen wollen. Allein ein ſolcher Zuſammenhang erweiſt ſich als unſtatthaft. War das Mittelländiſche Meer vor dem Durchbruch des Bosporus geſchloſſen, ſo muß es bei dem bekannten Uebergewicht ſeiner Verdunſtung über ſeinen Zufluß einen niedrigeren Waſſerſtand gehabt haben, als jetzt, wo ſein Waſſerſtand nur durch das Einſtrömen des atlantiſchen Oceans erhalten wird. Demnach iſt nicht zu bezweifeln, daß hier ein Durchbruch eine Felſenreihe zerriſſen und jenes mächtige Thor gebildet habe, das man

einſt die Säulen des Hercules nannte. Alte Sagen weiſen noch Nachwirkungen jenes Durchbruchs in hiſtoriſcher Zeit auf. Einſt ſoll einer alten karthagiſchen Sage zufolge das Meer in jener Straße eine ſo geringe Tiefe gehabt haben, daß ſie nur mit platten Schiffen befahren werden konnte. Andre Schriftſteller erwähnen einer breiten Sandbank, die ſich quer über von einem Kontinent zum andern erſtreckte, und die man die Schwelle des innern Meeres nannte. Später ſollen ſich noch Untiefen und mehrere Inſeln in der Meerenge gefunden haben, die jetzt nicht mehr vorhanden ſind. Alle dieſe Angaben deuten unverkennbar auf ein fortwährendes Durchwaſchen und Hinwegſtrömen des Grundes hin, ſo daß jene Inſeln und Untiefen als die Ueberbleibſel der ehemaligen, vielleicht in vorhiſtoriſcher Zeit zerſtörten Landenge zu betrachten ſind. Eine bis in unſere Zeit fortdauernde Nachwirkung jenes Durchbruchs iſt die beobachtete allmählige Erweiterung der Straße, deren Breite noch 100 Jahre v. Chr. auf eine Meile angegeben wird, während ſie jetzt an der engſten Stelle über 2 Meilen beträgt. Für einen ehemaligen Zuſammenhang zwiſchen Europa und Afrika ſpricht endlich noch der bekannte Umſtand, daß auf den Felſen von Gibraltar Affen und Zibethkatzen einheimiſch ſind, Thiere, die unbeſtritten nach Afrika gehören, und die ſonſt kein andrer Theil Europas beſitzt. Daß alſo ein Durchbruch ſtattgefunden habe, kann nicht mehr fraglich ſein, wohl aber, von welcher Seite er erfolgte. Hier ſprechen nun alle Erſcheinungen an

Land und Meer für einen Einbruch des Oceans. Denn der Spiegel des Mittelmeeres mußte, ſo lange es geſchloſſen blieb, wegen der überwiegenden Verdunſtung ſtets ſinken, und die Gebirgsmaſſen, welche es vom atlantiſchen Ocean trennten, hatten einem immer ſtärker werdenden einſeitigen Drucke Widerſtand zu leiſten, bis ſie endlich durch die Gewalt der Sturmfluthen des atlantiſchen Oceans durchbrochen wurden. Der trichterförmige Vorhof der Straße, deſſen weiteſte Oeffnung vom Cap St. Vincent bis zum weißen Vorgebirge in Marocco reicht, iſt ohne Zweifel eine Vertiefung, die ſich der Ocean in ſeine Oſtküſten gewühlt hat. Die enge Oeffnung dieſes Trichters befindet ſich gerade an der Stelle, wo die Gebirgskette in einer Linie von Europa nach Afrika übergeht, wie noch jetzt die gleiche Gebirgsart der beiden vorſpringenden Felsſpitzen beweiſt. Hinter dieſer Bergkette, die vielleicht eine Vertiefung an der Stelle der jetzigen Straße hatte, oder durch eine Kataſtrophe bekam, lag der große Binnenſee des heutigen Mittelmeeres, und ſo konnte leicht der Ocean an der Stelle, wo ihm der ſchmalſte Damm entgegenſtand, dieſen durchbrechen oder eine entſtandene Spalte durchfluthen und bei einmal erfolgter Verbindung der beiden Waſſerbecken endlich bis zur heutigen Breite erweitern. Dies iſt der wahrſcheinlichſte Vorgang und zu natürlich, als daß man gerade nöthig hätte, die Mitwirkung vulkaniſcher oder anderer Kräfte in Anſpruch zu nehmen. Noch jetzt fließt jener Oſtſtrom unabläſſig in gleicher Richtung fort, nichts ver-

ändert ihn oder hält ihn auf, weder der Oſtwind noch die Ebbe des Oceans, ein ſichrer Beweis, daß noch jetzt das Niveau des Mittelmeeres niedriger ſteht, als das des Oceans.

Nicht auf hiſtoriſchen Nachrichten, auch nicht auf Sagen, ſondern allein auf phyſiſchen Gründen beruht die Annahme, daß auch England und Frankreich einſt eine Landenge verbunden habe, die ſpäter von den Meeresfluthen durchbrochen ſei. In der That zeigen dort die gegenüberliegenden Küſten eine genaue Aehnlichkeit in Maſſe und Form und gerade an der ſchmalſten Stelle der jetzigen Meerenge von Calais ſtehen zu beiden Seiten die höchſten Felſenhöhen beider Ufer. Auch zeigt die geringe Tiefe des Waſſers, daß noch jetzt der zackige und felſige Meeresboden dort einen langgezogenen Hügel bildet, deſſen Rücken in der Richtung von Dover nach Boulogne liegt und deſſen Abhänge ſich nach beiden Seiten hin ſanft verflächen. Auch das Daſein von wilden Thieren, Wölfen, Bären ꝛc., die in älterer Zeit in England in Menge gefunden wurden, ſpricht für den einſtigen Zuſammenhang der Inſel mit dem Feſtlande. Jedenfalls erfolgte aber die Durchbrechung der Landenge von der Nordſee her, da von der Seite des Kanals her die Kraft des Oceans auf einem immer ſeichter werdenden Grunde ſchon viel verlieren mußte, während ſie in dem weiten Buſen der Nordſee ungeſchwächt bis in ſeinen tiefſten Hintergrund eindringen konnte. Erinnert man ſich, daß die Fluthwellen des atlantiſchen Oceans um Schottland herum

von Norden nach Süden an den Oſtküſten von England vordringen, und bedenkt man die bedeutenden Zuflüſſe, welche die Nordſee empfängt, ſo iſt ſehr wahrſcheinlich, daß ſie vor dem Durchbruch einen erhöhten Waſſerſtand hatte. Der Felſendamm hatte alſo einen ſtärkern Druck von der Seite des deutſchen, als des atlantiſchen Meeres auszuhalten, und mußte ihm zuletzt bei Sturmfluthen weichen.

Mag man nun auch den Sagen und theilweiſe hiſtoriſchen Berichten über ſolche Durchbrüche wenig Gewicht beilegen, ſo ſind doch phyſiſche Gründe genug vorhanden, welche dieſe Vorgänge wahrſcheinlich machen, ſo daß auch die Entſtehung des Sundes, der Behringsſtraße, der Straße von Bab-el-Mandeb, und der Meerenge zwiſchen den Inſelketten Oſtindiens, wenn gleich keine Sage von ihnen meldet, ähnliche Urſachen haben muß. Warum ſollen nicht jene Urſachen, welche die Küſtenumriſſe der Länder zu verändern vermögen, bei vermehrter Kraft und in längeren Zeiträumen auch die großen Durchbrüche der Meere bewirken können? So hat das Waſſer ſelbſt ſeit der älteſten Zeit ununterbrochen an der Aenderung und Umgeſtaltung der großen Meeresbecken und der Feſtländer und ihrer gegenſeitigen Verhältniſſe gearbeitet, und wie wir ſehen, nicht ohne Erfolg.

Alle dieſe Zerſtörungen und Auflöſungen des Waſſers konnten aber natürlich nur da eintreten, wo die Gewäſſer wirklich mit den Geſteinen in Berührung treten. Da jedoch Meere, Flüſſe und Seen immer nur

auf beſtimmte Oertlichkeiten beſchränkt ſind, ſo würde auch dieſe Einwirkung des Waſſers nur eine beſchränkte ſein. Aber auch die überall verbreitete Atmoſphäre iſt mit Waſſerdünſten erfüllt, welche, wenn gleich langſamer, dieſelben Zerſtörungen bewirken oder doch vorbereiten. Felsflächen, die durch keine ſchützende Hülle gedeckt ſind, werden durch den Wechſel von Näſſe und Trockenheit, durch Thau und Reif, den ſchmelzenden Schnee und Regengüſſe bald ſchneller, bald langſamer angegriffen. Nicht allein die Farbe ihrer Oberfläche wird durch Oxydation oder Auswaſchung der färbenden Beſtandtheile geändert, die Verwitterung dringt auch tiefer ein, verwandelt feſte Geſteine in Grus- und Sandmaſſen, erweitert kleine Riſſe zu weit klaffenden Spalten mit gerundeten Ecken, vertikale Klüfte zu Engpäſſen. Eine der einflußreichſten Urſachen ſolcher Zerſtörungen in Gebirgen iſt die Abwechſelung von Froſt und Hitze. Das Waſſer dringt in die Spalten und Klüfte der Felſen ein, gefriert und treibt die feſteſten Maſſen wie ein Keil auseinander. So lange das Eis noch wie ein Bindemittel die Maſſen zuſammenhält, erleidet der Fels keine Veränderung, aber im Frühjahr, wenn es thaut, weichen die zerriſſnen Maſſen aus ihrem Zuſammenhange und ſtürzen zuſammen. Kalkſteine zerfallen in eckige Trümmer, Granite und Porphyr in Grus oder Porcellanerde, Sandſteine in Sand. Bleiben ſolche vielfach zerklüftete Felſentrümmer ſtehen, ſo bilden ſie jene ſogenannten Felſenmeere oder Teufelsmühlen, welche man im Harze, dem Oden- und Schwarz-

walde, auf dem Rieſen- und Fichtelgebirge und auf den granitiſchen Hochebenen Schottlands, Englands und an andern Orten antrifft, und mit deren bizarren Geſtalten und wunderbaren Uebereinanderlagerungen die Mährchenluſt des Volkes ſich und den Teufel ſo vielfach beſchäftigt hat. Wenn ſchon der Granit ſo wenig der nagenden Kraft der Atmoſphäre zu widerſtehen vermocht hat, ſo hat der Sandſtein natürlich weit großartigere Zerſtörungen erlitten. Die auffallenden Säulenbildungen der Adersbacher Felſen in Böhmen und des Bielergrundes in der ſächſiſchen Schweiz geben dafür die beſten Belege. Ueber 300 Fuß hoch ſteigen die weißen Sandſteinpfeiler oft in den ſeltſamſten Geſtalten, gleichmäßig geſchichtet, aus dem weiten Thalgrunde empor. Bald ſtehen ſie vereinzelt, oder durch Steinplatten brückenartig verbunden, bald dicht gedrängt, nur durch enge Spalten geſchieden. Auf ähnliche Weiſe haben ſich auch die Karrenfelder der Schweiz durch rinnenförmige Auswaſchungen in Kalkfelſen gebildet, wie man ſie dort oft in ſtundenweiter Ausdehnung findet. Die Rieſentöpfe in Schweden, auf dem Harz und in Schottland haben keinen andern Urſprung. Sie ſind keſſelförmige Vertiefungen mit geſchliffenen Wänden, zum Theil von Rollſteinen erfüllt, meiſt in der Nähe von Waſſerfällen oder Stromſchnellen, denen ſie ihren Urſprung verdanken. Oft bringt das Waſſer nur Schliffflächen an den Felſen hervor, über die es hinſtürzt, oder zeichnet ſie mit Strichen und Riſſen, wenn härtere Geſteine ſeiner glättenden Gewalt wider-

ſtehen. Am ſchnellſten ſchreitet die Zerſtörung vor, wenn das atmoſphäriſche Waſſer in lockern, leicht auflöslichen Boden eindringt. Dann löſen ſich an ſteilen Gehängen ganze Maſſen ab und bilden Bergſchlüpfe, wie ſie ſich in den Alpen beſonders ereignen, wenn bei lauen Südwinden auf den mit Schnee bedeckten Boden mehrere Tage lang Regen fällt. Oft ſtürzen dieſe Erdſchlüpfe in Gebirgsbäche und hemmen den Abfluß des Waſſers, bis dies mit Gewalt den hindernden Damm durchbricht, ihn mit allem, was im Wege ſteht, toſend und krachend vor ſich herſchiebt, und indem es neue Bahnen ſucht, oft die ſchönſten Wieſen, Aecker und Gärten für immer unter ſeinem Schutte begräbt. Solche Schlammſtröme nennt man in der Schweiz Rüfenen. Man erkennt ihre furchtbaren Wirkungen an den mächtigen Schuttmaſſen von Felsblöcken und Sand, die ſie am Fuße der Gehänge oft 15—20 Fuß hoch aufthürmen. Selbſt der veränderte Stromlauf eines Thalbachs kann das Untergraben eines Gebirgsfußes, Bergſchlüpfe und eine lange Reihe von Zerſtörungen veranlaſſen. Oft ſchon hat unvorſichtiges Schlagen von Wäldern in den Alpen und andern Gegenden für große und fruchtbare Thäler die ſchrecklichſte Verödung herbeigeführt; und die Verminderung des Holzſtandes oder eine längere Folge ungünſtiger Jahre können für ganze Gebirgsſyſteme, die früher wenig durch ſolche Eroſion litten, Veranlaſſung zu Zerſtörungen werden, deren Ende nicht vorauszuſehen iſt.

Erwägt man den Einfluß, den so bedeutende Erosionen auf die Gestalten des Gebirges ausüben müssen, so gewinnt man leicht die Ueberzeugung, daß die Umrisse der Gebirgskämme größtentheils ihr Werk sind. Bei geringem Wechsel der Steinart werden die Umrisse einförmig, gradlinig, wie am Jura und mehreren Alpenketten, wo aber feste Gesteine mit leichter zerstörbaren wechseln, entstehen jene zahnartigen, oft tausend Fuß hohen Felsstöcke und Hörner, die durch tiefe Einschnitte getrennt werden. Die noch immer fortschreitende Zerstörung, die jedes Hochgewitter, jedes Schmelzen der Gletscher in dem heutigen Boden der Alpen hervorbringt, die zerrissnen Schluchten, die wilden Trümmerhalden, die niederstürzenden Gipfel, deren Donner noch immer das öde Schweigen der Alpennatur unterbricht, Alles das drängt zu der Ueberzeugung, daß so wie heut, die Erosion seit undenkbaren Zeiten an der Gestaltung unsrer Gebirge gearbeitet haben müsse. Die seltsamen Gestalten des Pfaffenstocks im Simmenthal, des Hörnli in Graubündten, des Dent de Morcles in Wallis, des Mürtschenstocks am Wallenstädter See sind lebende Zeugen dieser Zerstörungen durch atmosphärische Wasser auch in der grauen Vorzeit. Der rauhe, felsige Charakter eines Gebirges zeigt, daß noch jetzt die Erosion vorherrscht und es zu keiner bleibenden Ablagerung von Dammerde kommen läßt; denn wo die Ruhe eingetreten ist, da stellt sich auch die Vegetation wieder ein, das Wurzelgeschlecht befestigt die Dammerde und die Zerstörungswuth der Erosion

bricht ſich an der ſchöpferiſchen Thätigkeit der organiſchen Lebenskraft.

Unter allen dieſen vielen Veränderungen iſt eine der wichtigſten die Thalbildung, die oft allein der Auswaſchung gewiſſer Gebirgsarten und der Stoß- und Tragkraft von Flüſſen und Strömen zugeſchrieben werden muß. Der auswaſchenden und wogenden Kraft des Waſſers, die wir ſo eben kennen lernten, erliegt zwar lockerer Boden am leichteſten, aber auch Felſengrund wird vom rinnenden Waſſer eingeſchnitten, wenn auch oft nach langen Zeiträumen. Manche Waſſerfälle der Schweiz haben ſeit 50 — 100 Jahren ihre Geſtalt und ihr Felsbett nicht weſentlich verändert, obgleich ſie mit großer Gewalt ihre Waſſermaſſen an entgegenſtehende Klippen und Felsblöcke anſchlagen; aber dieſe beſtehen aus Granit oder hartem Kalk. Der Niagarafall dagegen iſt in den letzten 40 Jahren um 150 Fuß zurückgewichen. Die mächtigen Schieferablagerungen, auf welchen die 40 Fuß dicken harten Kalkſteinbänke ſeines Abſturzes ruhen, werden von den mit Sturmesgewalt aus der Tiefe emporſpritzenden und dagegen getriebenen Waſſermaſſen fortwährend abgelöſt und fortgeriſſen, ſo daß der darüber liegende Kalkſtein tafelartig hinausragt und ſeiner Stütze beraubt in die Tiefe hinabſtürzt. Die abgeſchwemmten Theile, Felstrümmer, Kieſel und Sand, vollführen nun die gröbſte wie die feinſte Arbeit des Steinhauers, runden und glätten die Kanten und Ecken der Felsarten ab, graben flache und tiefe innen abgerundete und der Strö-

mung folgende Furchen und Rinnen, größere Keſſel und flache Schüſſeln ein. Der tiefe von ſteilen Felsmauern eingeſchloſſene Schlund, durch welchen der Lorenzo nach ſeinem Sturze fortbrauſt, iſt das Werk dieſer unausgeſetzten Zerſtörungen des empörten Elements. Auch die Waſſerfälle Liefflands, Eſthlands und Ingermannlands geben einen Beweis von ihrem Hinaufrücken in das Land. Von einem Kalkplateau, welches auf Sandſtein ruht, ſtürzen hier alle aus dem Innern des Landes kommenden Flüſſe gegen den Finniſchen Meerbuſen hin in Waſſerfällen hinab. Schon ſind ihre Betten oft bis zum Sandſtein eingeſchnitten, und dieſe weiche Unterlage wird ſo heftig angegriffen, daß die oberen Schichten mehr und mehr zuſammenbrechen. Einzelne Fälle ſind bereits ſeit Menſchengedenken mehrere Meilen zurückgewichen. So ſchafft ſich das rinnende Waſſer zuerſt ſein Bett, gleichſam ein kleines Thal, daß ſich durch Nachſtürzen der Ufertheile immer mehr erweitert, und ganz dieſelben einfachen Mittel ſind es, deren ſich die Natur bei der Bildung der meiſten größeren Thäler bedient hat.

Man unterſcheidet gewöhnlich Eroſionsthäler und Stromthäler. Wenn die ein Thal einſchließenden Gebirge aus feſtem, Widerſtand leiſtendem Geſtein beſtehen, während eine leicht zerſtörbare Formation den Thalboden und die tiefern Theile der Thalwände bildet, ſo iſt das Thal, welches durch die Zerſtörung dieſer Formation entſteht, ein Eroſionsthal. Die Seitenthäler des Wallis, das Simmenthal in den Berner-

alpen und die meiſten Thäler des Jura tragen noch die unverkennbaren Spuren ihres Urſprungs in den gleichen Schichtenlagen der gegenüberſtehenden Thalſeiten an ſich. Aber nicht immer läßt ſich die Geſtaltung der Thäler durch die allmählige Wirkung atmoſphäriſcher Gewäſſer, ſondern oft nur durch die Stoß- und Tragkraft von Strömen erklären. Dies iſt der Fall bei den ſogenannten Stromthälern, welche ſich meiſt in beträchtlicher Länge erſtrecken und bald ſich allmählig ſenkend in ein größeres Thal oder eine Ebene münden, bald nach beiden Seiten geöffnet das Verbindungsglied zweier größeren Weitungen bilden. Oft zeigt der Thalboden die Spuren der frühern Thätigkeit des rinnenden Waſſers theils in mächtigen Stromablagerungen, theils in ſtufenförmigen Abſätzen längs der Thalwände, welche offenbar entſtanden, als der das Thal durchſtrömende Fluß ſich periodiſch ein immer tieferes und engeres Bett grub. Viele Alpenthäler zeigen dieſen Charakter auf das Stärkſte ausgeprägt. Die der Aar, der Rhone und des Vorderrhein gehören zu den ausgezeichnetſten Stromthälern. Die Wirkungen gewaltſamer, vorübergehender Fluthen tritt überhaupt in zahlreichen Thälern der Gebirge wie des Flachlandes ſo unverkennbar hervor, daß Alles zu der Ueberzeugung drängt: die Berge blieben hier unverrückt, nur ein Theil ihrer feſten Maſſe wurde herausgeſchnitten und gewaltſam entführt. Aber es wäre ſehr gewagt, nach noch immer ſehr verbreiteten Annahmen behaupten zu wollen, alle Thäler ſeien das Werk ſtrömender

Waſſer. Die früheſten Anfänge zur Thalbildung haben wir ſehr häufig in der urſprünglichen Gebirgsbildung zu ſuchen, in der Emporhebung und Zerreißung feſter Felsdecken, in Spalten und Klüften, durch welche rinnenden Waſſern ihr Lauf vorgezeichnet wurde. Gebirgsthäler, Schluchten und Engpäſſe haben meiſt das Anſehen großer Spalten, hervorgebracht durch Aufrichtungen und Verſchiebungen großer Gebirgsmaſſen, erweitert, vertieft und zerſtückt durch den nagenden Zahn der Fluthen. Da, wo ſich die Schichten der einen Thalwand ganz anders geordnet darſtellen, als auf der entgegenliegenden, wo die Schichten beider Thalwände ſich entweder muldenförmig dem Thalgrunde zuneigen oder ſpaltenartig von ihm abfallen; da ſind die Gebirgsmaſſen ſelbſt in Bewegung geweſen, da wurde durch die Zerreißung der Schichten das Thal gebildet und nur ſpäter gaben andere Kräfte ihm ſeine jetzige Geſtalt.

Die furchtbarſte aller durch die Zerſtörungen der Groſion bewirkten Naturereigniſſe ſind die Felsſtürze und Bergfälle. Fruchtbare Landſtriche werden durch ſie zu ſchauerlichen Wüſten umgeſchaffen, Hütten und Dörfer unter Schutt und Ruinen begraben, Thäler verſchloſſen, Quellen verſtopft, Bäche und Flüſſe in ihrem Laufe gehemmt und in Seen verwandelt, die wenn ſie den Schuttdamm durchbrechen, weite Landſchaften überfluthen; Wälder werden umgeſtürzt und unter Felstrümmern verſenkt, aus denen nur ihre gewaltigen Stämme mit ihren Wurzeln hoch emporra-

gen. Man glaubt ſich an Orte verſetzt, wo die feindliche Wuth des Erdbebens oder die ſinnreiche Zerſtörungskunſt des Menſchen gewaltet; ſo wild und zerriſſen iſt der Anblick dieſer zerſprengten Blöcke und übereinandergeſtürzten Trümmer. Jahre vergehen, ehe ſich wieder Strauchwerk zwiſchen dem öden Schutt hervordrängt, und Epheu und Geisblatt mit ihrem Hoffnungsgrün die rauhen Maſſen umranken. Endlich ſproſſen auch wieder Gras und Wald auf den Schutthalden und verhüllen mit ihrem üppigen Schleier die Spuren früherer Zerſtörung. So furchtbare Ereigniſſe kennen wir beſonders aus jenen Alpengebirgen, deren zackige Gipfel in die ewige Eisregion hinaufreichen. Regen, Kälte, Thauwetter wirken hier gleichzeitig ein. Zu Jahrhunderte alten Spalten geſellen ſich täglich neue. Klüfte erweitern ſich und füllen ſich mit Waſſer, Froſt treibt ihre Wände auseinander. Ganze Felsſtücke werden verſchoben und bilden Vorſprünge am ſteilen Gehänge, die mit der Zeit herabſtürzen müſſen. Im Himalaya ſind dieſe Erſcheinungen wahrhaft grauſenerregend. In den Päſſen der Gangesquellen, 16000 Fuß über dem Meere, zwiſchen himmelanſtrebenden Bergen, ſprengt der Froſt unabläſſig gewaltige Felsblöcke los, deren Trümmer den Boden der Päſſe bedecken. Bergſtröme durchtränken oft die weicheren Geſteinlagen und waſchen ſie hinweg; die getrennten Blöcke ſtürzen dann mit unaufhaltſamer Geſchwindigkeit von den ſchwindelnden Höhen herab. Auch die Schweizer Alpen ſind reich an Schreckniſſen dieſer Art. Noch im

Jahre 1806 vernichtete der Sturz des Roßberges bei Goldau das Leben von 1000 Menſchen. Zum Glück treten die Felsſtürze nicht immer ganz unerwartet und plötzlich ein; denn die Revolutionen der Natur haben ſo gut wie die der Völker ihre Vorboten, und wehe dem, der die einen oder die andern verkennt oder verleugnet! Zunehmendes Geröll, Oeffnen der Spalten, Senkungen der Felswände ſind die erſten Anzeichen der drohenden Gefahr. Ein dumpfes, donnerähnliches Geräuſch ertönt, der Himmel wird von Staubwolken verfinſtert; jetzt ſtürzen mit Blitzesſchnelle die Felswände von der Höhe, und in wenigen Augenblicken ſind die Abhänge von Trümmern bedeckt, die Thäler verſchüttet. Durch ſolche Warnungen verkündigen ſich die häufigen Felsſtürze des Calanda über Felsberg. Die Anwohnenden entgehen der Vernichtung, die über ihre Wohnungen hereinbricht. In älteren Zeiten ſind oft ganze Städte von Felsſtürzen begraben worden, und was man Erdbeben zuſchrieb, war oft nur Wirkung dieſer Erſcheinungen. So wurde im J. 1747 unweit Piazenza die zur Römerzeit verſchwundne Stadt Velleja mit allen ihren Denkmälern einſtiger Größe unter 20 Fuß hohem Schutt wiederholter Bergfälle hervorgegraben. Die meiſten Gipfel der Schweizer Alpen erhielten durch ſolche Stürze ihr zerriſſnes Anſehen. Zweimal brachen im vergangenen Jahrhundert die ſpitzen Hörner der Diablerets in Wallis zuſammen. Tage lang währte der Sturz, 2 Stunden weit flogen die Bruchſtücke und über 8 Stunden weit breiteten ſich

die Staubwolken aus. Als im Jahre 1835 die gewaltige Pyramide des Dent du Midi am linken Rhoneufer niederstürzte, stiegen Tage lang dichte Staubwolken zu großen Höhen empor. Gletscher waren in die Schluchten geschleudert und hatten die Trümmer in einen zähen Schlamm umgewandelt, der, riesige Felsstücke vor sich herschiebend, einem Berge gleich im Thalgrunde vorrückte. Wälder wurden umgestürzt und zermalmt, die Rhone in ihrem Laufe gehemmt und die Heerstraße von Schlamm und Trümmern bedeckt. Waren hier die Höhlen und Klüfte der Spitzen, wie es scheint, zu Spalten erweitert, von Wasser erfüllt und auseinander gesprengt worden, so daß die ungeheuren Stücke der zerklüfteten, steil abhängenden Felsmasse ihres Schwerpunkts beraubt in die Tiefe stürzten; so ist andererseits die Ursache solcher Ereignisse meist in der Zusammensetzung des Berges aus verschiedenartigen Gesteinen zu suchen, deren untere leicht zerstörbare Schichten vom Wasser zersetzt und aufgelöst unter dem Drucke der oberen Schicht zusammenbrechen, so daß diese auf ihr abwärts gleitet, im schnellen Laufe die gleitenden Theile zertrümmert und in jähem Falle die nächsten Tiefen mit Trümmern überschüttert. Man nennt solche Erscheinungen Bergschlüpfe. So ruhte beim Sturze des Roßberges ein 600 Fuß hoher und 1000 Fuß breiter Felsen auf einer Thon- und Mergelschicht und glitt auf dieser herab, als sie durch eindringendes Wasser zersetzt und schlüpfrig geworden war. Ganze Wälder stürzen oft mit den Bergen, die

ſie bedeckten, herunter, wie es noch im Jahre 1847 mit einem Theile des über Altorf gelegenen Bannwaldes geſchah.

Eine viel allgemeinere Verbreitung als dieſe Erſcheinungen haben die Erdfälle, bei welchen der Boden ſelbſt ſenkrecht in die Tiefe der Erde verſinkt. In vielen Fällen ſind durch unterirdiſche Auswaſchung entſtandene Höhlungen, deren Decken die auf ihnen laſtenden Maſſen nicht mehr zu tragen vermögen, die Urſache von Erdfällen, in anderen bewirkten vulkaniſche Kräfte ſolche Höhlen oder Bergwerke, untergruben den Boden und veranlaßten ſein Verſinken. Bei felſigem Boden entſtehen durch den Einſturz ſchachtähnliche Löcher, bei lockerem dagegen trichter- oder keſſelförmige Abſenkungen. Gewöhnlich ſammelt ſich in ſolchen Vertiefungen Waſſer, und manche Teiche, von denen die Sage geht, daß ſie verſunkne Dörfer oder Städte enthielten, ſind auf dieſe Weiſe entſtanden. Im Kleinen ſind ſolche Einſenkungen nicht ſelten, beſonders wo der Boden aus Kreide beſteht, wie es ja in einem großen Theile unſeres nördlichen Deutſchlands der Fall iſt. In Jütland kommen darum am weſtlichen Lymfiord und an der Nordſee unzählige Erdfälle vor und noch vor einigen Jahren wurde dort der Norrſee durch einen im Grunde deſſelben entſtandenen Erdfall vollkommen ausgeleert, ohne daß man den unterirdiſchen Abfluß des Waſſers verfolgen konnte. Die ganze Gegend ſcheint dort von unterirdiſchen Kanälen durchzogen zu ſein, und die Landleute leiten die Abzugsgräben ihrer

Felder in die trichterförmigen Vertiefungen der Erdfälle, in welchen ſelbſt nach den heftigſten Wolkenbrüchen das Waſſer augenblicklich verſchwindet. Auch die meiſten Seen Mecklenburgs und Pommerns, der Herthaſee auf Rügen, die tiefen Seen der märkiſchen Schweiz bei Bukow und ganz augenſcheinlich auch die vielen Keſſelſeen und Teiche der großen märkiſchen Ebene, beſonders der Höhenzüge längs der Oder, verdanken ihren Urſprung ſolchen Erdfällen. In vielen dieſer Seen will man noch die Trümmer verſunkner Städte und Dörfer finden, im Dümmerſchen See bei Schwerin, im Labentzer See und im Golizſee. Eine höchſt intereſſante Erſcheinung, welche uns über viele dergleichen Vorgänge Aufſchlüſſe verſchaffen kann, ereignete ſich im Jahre 1844 bei Preußiſch Holland unweit Elbing. Dort wurde ein arteſiſcher Brunnen gegraben und war faſt vollendet, als man in einer Tiefe von 114 Fuß auf einen großen Stein ſtieß, welcher mit dem Meißel zerſchlagen werden mußte. Während hieran gearbeitet wurde, gewahrte man den gewaltigen Durchbruch einer großen Waſſermaſſe; das Gerüſt der Arbeiter verſank, die Fundamente eines dicht dabei liegenden zweiſtöckigen Mühlengebäudes, ſo wie die Bohlenwerke und Maſſen von Erde hinter demſelben ſtürzten um und in den neugebildeten tiefen Krater. Mit aller Kraft wurde nun gearbeitet, eine Menge von Sandſäcken wurden verſenkt; doch wurde damit nur der Hauptſtrömung eine andre Richtung gegeben, ohne im Weſentlichen etwas zu beſſern. Das Stürzen der

Fundamente und weiter liegenden Erdmaſſen dehnte ſich immer weiter aus, und man fürchtete den gänzlichen Ruin der Mühle. Indeſſen hatte jedoch das Ausbohren der Röhre und das Meißeln des Steingerölls ſeinen Fortgang genommen, und endlich am Abend des zweiten Tages begannen die Maſſen in der Röhre ſich zu heben. Ein Staunen erregendes Auswerfen von Sand, Thon und Steinen erfolgte aus demſelben und füllte den kurz vorher mit dem Senkblei dicht an der Röhre 48 Fuß tief gemeſſenen Krater in Zeit von $^1/_4$ Stunde ſo, daß alle nah und fern geſehenen Sprudel geſtillt wurden, und man bald ſichern Fußes um die Röhre herumgehen konnte.

Solche kleinere Erſcheinungen müſſen nun als Erklärungsprinzip für die großartigeren gelten, welchen ein ſehr allgemeiner Einfluß auf die Geſtaltung der Erdoberfläche einzuräumen iſt. Die Gypsgebirge Thüringens ſind beſonders reich an ſolchen Einſtürzen. Die Schlotten, welche ſich unter dem Boden hinziehen, haben großen Keſſeln ihren Urſprung gegeben, die oft einen Durchmeſſer von 250 Fuß erreichen. Auch die oft über 100 Fuß tiefen Seelöcher jener Gegend, die ſich noch beſtändig bilden, ſind ſolche Einſtürze im Gyps mit ſteilen Wänden. Das höhlenreiche Kalkgebirge von Krain, Illyrien, Dalmatien und Griechenland weiſt zahlreiche Keſſel und Trichter auf, und der Zirknitzer See erhält aus ihnen ſein Waſſer. Auch die Obruivi bei Odeſſa am ſchwarzen Meere ſind Einſtürze des von Quellen unterwaſchnen Steppenbodens. Hier

werden oft durch das Verſinken groſſer Maſſen gleichzeitig die Geſtade gehoben, und durch den gewaltigen Druck der verdrängten Schlammmaſſen ſelbſt Inſeln im Meere emporgetrieben. Aber ſelbſt in der Geſtaltung der Gebirge iſt die Wirkung von Erdfällen unverkennbar. Wie ſoll man ſich anders die ſonderbare Geſtalt des Mont Cervin erklären, der ſich ſteil und ſchlank wie ein Obelisk 3000 Fuß hoch über die weiten Schneefelder erhebt, die rings um ihn die hohen Gebirgskämme der Alpen bedecken. Eine Eroſion, die alle angrenzenden Maſſen zerſtört und weggeführt und nur dieſen keineswegs aus feſtern Steinarten beſtehenden Zahn übrig gelaſſen hätte, iſt unmöglich anzunehmen. Die Gebirgsformen des benachbarten Keſſels von Breuil deuten dagegen auf einen Einſturz; denn hier finden ſich noch die abgeriſſnen Schichten derſelben Steinart, welche die oberſte Kuppe des Mont Cervin zu krönen ſcheint. Läßt ſich auch nicht immer die Entſtehung ſteil abgeriſſner Gipfel und Felsgräthe, jener Dents und Aiguilles der Schweiz, ſo augenſcheinlich durch Einſtürze anſtehender Maſſen nachweiſen, ſo bleibt doch für viele keine andre Erklärung übrig. Die Geſtalten des Schreckhorns, Finſteraarhorns und der Vieſchhörner mit ihren furchtbaren Thälern können unmöglich Werke zerſtörender Ströme ſein. Mögen auch jene Engpäſſe an ihren Ausgängen von Fluthen durchbrochen, mögen auch ihre Wände von der Gewalt des Waſſers zernagt und zerriſſen ſein; die weiten Keſſel in ihrem Hintergrunde ſind allein durch Einſturz

zu erklären. Einen ganz andern Charakter bieten die Hörner und Stöcke der Gruppe des Montblanc im Chamounythale dar. Hier ſieht man, daß die Eroſion gewirkt hat, daß dieſe ſcharfen und rauhen Blöcke feſter Granitmaſſen gewaltſam geſprengt wurden und noch zerriſſen werden. Die wunderbare Nadel der Aiguille de Dry, die ſich über 4000 Fuß über dem Gebirge erhebt, giebt ein großartiges Bild von der zerſtörenden Macht der Natur.

Von nicht minderem Einfluß auf den maleriſchen Charakter der Gebirgsnatur, als dieſe Felſenſpitzen, ſind jene ſeltſamen Keſſelthäler, welche ſich in den Pyrenäen und Alpen oft im Hintergrunde der die Gebirgsketten durchſchneidenden Querthäler finden. Sie wurden offenbar bei der Gebirgsbildung ſelbſt durch Einſtürze erzeugt, welche bei ſo gewaltſamen Erhebungen nothwendig an weniger unterſtützten Punkten vorfallen mußten. Dieſe Querthäler ziehen ſich zwiſchen den Schichten hindurch, als deren urſprüngliche Lücken ſie anzuſehen ſind, und ihre Wände erſcheinen immer ſteil und voll unregelmäßiger Abſtürze. Ihr Boden iſt gewöhnlich ſtufenförmig. Die Flüſſe ſchleichen daher oft eine längere Strecke in ihnen ſo ſanft und unſicher fort, daß ſie durch Dämme in ihren Betten gehalten werden müſſen; dann ſtürzen ſie plötzlich in Kaskaden oder in engen Felſenſpalten über die Terraſſen des Querthals ſchäumend herab. Mühſam nähert ſich der Wanderer durch die ſpaltartige Tiefe dem Innern des Gebirges, da erweitert ſich plötzlich ſein Blick, ein flacher Wei-

deboden liegt vor ihm, Waſſerfälle ſtürzen über die hohen Felswände, und ſanft murmelnd ſchlängelt ſich der Bach unſicher dem düſtern Ausgange zu. So maleriſch ſchön iſt die berühmte Oule de Gavarnie im Thale von Barèges und der Cirque de Troumouſe im Thale von Héas am Nordabhange der Pyrenäen. Reizend ſind die Alpenthäler von Breuil am Mont Cervin und von Macugnaga am Fuße des Monte Roſa, die Reiſende mit vulkaniſchen Kratern vergleichen. Großartig iſt der Keſſel der Berarde am Fuße des Grand Pelvoux, der 4 Stunden im Durchmeſſer rings von 10 — 12000 Fuß hohen Felſenmauern umſchloſſen iſt. Einen überraſchenden Kontraſt bildet das liebliche Thal vom Schams im Vorderrheinthal mit ſeinen ſchauerlichen Engpäſſen, der Roffla und Via mala, durch welche ſich meiſt auf der einen Seite der See des Hinterrheinthals in den Keſſel von Schams entleerte, auf der andern der neue See ſeinen Ausweg brach. Denn dieſe keſſelförmigen Weitungen waren ohne Zweifel urſprünglich große Seebecken; und noch jetzt findet man auf ihrem Boden die abgelagerten Schichten von Sand und Geſchieben jener großen Waſſermaſſen, die ſie einſt erfüllten, noch jetzt ſieht man an ihren Seitenwänden oft die deutlichen Spuren des einſtigen Waſſerſtandes. Sie blieben geſchloſſne Keſſel, bis die Querſpalten entſtanden und ihr Waſſer zum Abfluß brachten. Noch immer iſt aus vielen dieſer Keſſel am Ausgange der größern Querthäler oder am äußern Rande des Alpenſyſtems das Waſſer nicht ganz abgelaufen; und ſo

entſtehen jene Seen, die ſo viel zur Verſchönerung des Alpenlandes beitragen. Ihre große Tiefe, das ſteile Abfallen der ſie einſchließenden Gebirge, das auch unter dem Waſſer ſich fortſetzt, das plötzliche Abbrechen der Schichten an dieſen Abſtürzen entfernt jeden Gedanken an Auswaſchung. Aber wie entſtanden jene großen Weitungen, wie die verbindenden Spalten? Waren jene Weitungen einſt Seebecken, ſo können die Spalten, die ihrem Waſſer den Abfluß geſtatteten, in jener Periode noch nicht dageweſen ſein, oder doch nicht ihre jetzige Tiefe gehabt haben. Die Keſſelthäler ſind alſo ältere Bildungen, und da ſie geradezu Lücken in dem großen Schichtenverbande von oft mehreren 1000 Fuß Tiefe ſind, ſo können ſie nur bei der Gebirgsbildung ſelbſt durch Einſtürzen weniger gut unterſtützter Theile derſelben hervorgegangen, alſo großartige Erdfälle ſein. Später wurden durch Auswaſchung oder durch Erſchütterungen und gewaltſame Zerreißungen die Verbindungsſpalten gebildet, und wahrſcheinlich hat dieſer Vorgang in den höchſten Theilen des Gebirges ſeinen Anfang genommen und erſt durch die erfolgte Waſſerentladung den Anſtoß zu einer Reihe analoger Ereigniſſe gegeben. Wie gewaltig die Verwüſtungen ſolcher Waſſerergüſſe geweſen ſein müſſen, davon geben uns die Ueberſchwemmungen unſrer Ströme kaum eine ſchwache Ahnung. Man denke ſich nur, daß der Bodenſee, deſſen Tiefe bis auf 1800 Fuß angegeben wird, einen Ausweg fände, der bis zum Grunde reichte, und nun mit ſeinem Waſſer ſich in das Rheinthal ergöſſe;

wie würden Baſel, Straßburg, noch mehr aber die Städte des Rheingaues verwüſtet werden, weil die Stromenge von Bingen bis Coblenz nur einen ſehr allmähligen Abfluß der Waſſer möglich machte! Um den Umfang ſolcher Verwüſtungen nur einigermaßen anſchaulich zu machen, und zugleich die Möglichkeit von wirklichen Thaldurchbrüchen zu begründen, ſei es mir erlaubt, hier noch ein Ereigniß der neueſten Zeit zu erwähnen, welches das Bagnethal im Wallis im Jahre 1818 betroffen hat. Im Hintergrunde dieſes Thales ſetzte ſich in einer Thalenge durch häufig von einem hohen Gletſcher herabſtürzende Eisblöcke ein neuer Gletſcher an, der den Waſſerabfluß aus dieſem Thale endlich ganz abſperrte und ſo einen See bildete, welcher bei mehr als 200 Fuß Tiefe eine Waſſermaſſe von über 130 Millionen Kubikfuß enthielt. So nahte der Sommer heran, die erhöhte Wärme lockerte die Fugen auf, und plötzlich durchbrach die Waſſermaſſe den Gletſcher, ſtürzte mit verheerender Wuth durch das 8 Stunden lange Thal hinaus in das Hauptthal von Wallis herab, wo ſie ſich bei Martinach mit der Rhone vereinigte und durch dieſe einen Theil der mitgeſchwemmten Trümmer dem Genferſee zufluthete. Dieſe Fluth glich nicht einem Waſſerſtrome, ſondern einem furchtbaren in wüthender Bewegung begriffenen Bergſturz. Felsblöcke, ganze Wälder von Tannen, Häuſer, Scheunen und deren Brüchſtücke rollten übereinander hin, und die Waſſermaſſe, war ſo damit überladen, daß man das Waſſer nicht ſah, ſondern das

Ganze einer ſchlammigen Trümmerfluth glich, die Alles mit ſich fortriß, was ihr entgegen oder zur Seite ſtand. In der untern Hälfte des engen Thals hatte ſie viele 100 ungeheure Granitblöcke, die am Fuße des Gebirges theils frei, theils in alten Schutthalden vergraben lagen, mehrere 1000 Fuß weit mit ſich weggeführt; und einer dieſer Blöcke hatte doch über 10000 Kubikfuß Inhalt. In der ganzen offnen Gegend von Martinach lagen Schutt, Schlamm und Trümmer beinahe bis zu derjenigen Höhe angehäuft, welche die Fluth hier erreichte. Solche und ähnliche Ereigniſſe mögen in früheren Perioden unſerer Erde noch viele und großartigere vorgekommen ſein, deren abgeſetzte Schuttmaſſen wir jetzt in den Thalgründen antreffen. Weite Strecken längs unſrer deutſchen Gebirge, am Fuße des Schwarzwalds, der Alpen, des Jura ſind mit einer meilenbreiten Zone mächtiger Geröllmaſſen bedeckt, und auch das ſüdliche Deutſchland iſt die Schaubühne dieſes Theils der Bildungsgeſchichte unſrer Erde, wie ſich namentlich auf der Hochebne von München dieſe Geſchiebe die Stromthäler aufwärts bis zu ihrem Stammorte in den Alpen verfolgen laſſen.

So arbeitet die Erde noch beſtändig an der Geſtaltung ihrer Oberfläche. In ihrem ewigen Wechſeln und Wandeln erſcheint die Natur dem kleinen Menſchen großartig und furchtbar, wenn er ſie nicht zu begreifen vermag; aber bewundernd ſchaut der tiefe Forſcher in dieſen Schrecken die geheimnißvolle Geſchichte ihrer Urzeit und ihres Werdens. Er begreift den Bo-

den, auf dem er wandelt, er lieſt in ihm, wie in keinem Buche, Thaten und Wunder. Er durcheilt nicht Thal und Gebirge mit dem Sinne des Touriſten, der nur nach Abenteuern haſcht, oder in Träumen der Phantaſie ſchwelgt, wo die Natur Reize enthüllt, welche kein Dichter zu ſchaffen vermag. Wenn er von dem flachen Thalboden des Oberengadin 2000 Fuß hinabſteigt zu den Stufen und Schluchten des Unterengadins, dann erzählen ihm die zerriſſnen Felswände von einem mächtigen Sturze, welcher einſt dieſes lange Thal in die Tiefe verſenkte. Wenn er zu dem höchſten Alpenthale der Erde emporſteigt, zu dem 10–14000 Fuß hohen Thale des Deſaguadero, das, rings von den Rieſengipfeln der Anden, dem Sorata und Illimani, umkränzt, eine Fläche, größer als Böhmen einſchließt, und wenn er von dem Ufer des Titicacaſees zu jenem Schneekranz emporſchaut, dann iſt ihm auch dieſes Thal kein Geheimniß mehr; es iſt ihm ein Keſſel, deſſen Boden vor Jahrtauſenden in den Abgrund der Erde verſank. Wenn ſein Fuß den durch Erinnerungen geheiligten Boden des Jordanthales betritt, und ſein Auge über die düſteren Fluthen des todten Meeres ſchweift, dann weilt ſein Gedanke nicht bei jenen wilden Ueberlieferungen, welche dieſen tiefſten Spalt der Erde auf den Wink eines zornigen Gottes ſich öffnen ließ, um ein ſündhaftes Geſchlecht von Menſchen zu vertilgen, dann ſieht er auch hier das Walten einer ewigen Naturkraft, die einſt in heftiger Erſchütterung ein weites Erdreich in die Spalten und

Klüfte des Kalkbodens verſenkte. So eröffnet ſich dem ungetrübten Blicke überall die Thatkraft der Natur, ſo ſieht das offne Auge in den Trümmern die Denkmäler einer gewaltigen Vorzeit und in den Wundern und Schrecken der Gegenwart nur die Spuren der fortſchreitenden Geſchichte des irdiſchen Naturlebens.

Mannigfach und großartig ſind die Umgeſtaltungen, welche das Waſſer in ſeinen verſchiedenſten Formen, als Quellen und Bäche, als Flüſſe und Ströme, als Seen und Meere, ja ſelbſt in den Niederſchlägen der Atmoſphäre auf dem ganzen Erdboden ſchafft, Umgeſtaltungen, welche ſeit Jahrtauſenden die Umriſſe der Meere und Feſtländer verändert haben und in neuen Jahrtauſenden noch verändern werden. Bäche und Ströme ſchneiden Rinnen in den nachgiebigen Boden und reißen von ihren Ufern die loſen Schichten und feſten Geſteine und ſchaffen ſich weite Thäler in Gebirgen und Ebenen. Thäler entſtehen durch atmoſphäriſche Eroſion, durch Verwittern und Auswaſchen auflöslicher Geſteine, Keſſelthäler und Alpenſeen durch Erdfälle und Einſtürzen unterirdiſcher Gewölbe und Höhlungen. Das Meer nagt beſtändig an ſeinen Ufern, unterwühlt Felsmaſſen und verſchlingt ſie in ſeine unerſättliche Tiefe, durchbricht Landengen und verknüpft Meere mit Meeren, trennt Länder von Ländern. Neue Maſſen bilden ſich, Gerölle und Felsblöcke, welche die Flüſſe von ihren Ufern losreißen, ganze Thäler erfüllen, oder weit und breit ſich über die Ebenen zerſtreuen; Sand und Schlammmaſſen, welche von

den Strömen fortgeführt, ihr Bett erhöhen und an den Mündungen neue fruchtbare Länder ſchaffen. Das Meer giebt ſeine Beute wieder heraus, baut Uferwälle und Dünen, erhebt Sandbänke und Inſeln. So ſchafft und zerſtört das Waſſer ununterbrochen fort, und wenn auch die kurze Lebensdauer des Menſchen nicht hinreicht, die Größe ſeiner Wirkungen zu ermeſſen, ein einziger Augenblick läßt ihn oft mit furchtbarer Gewißheit die Folgen empfinden, welche Jahrtauſende unbemerkt vorbereitet haben. Aber auch in ſeinem feſten Zuſtande als Eis ſpielt das Waſſer eine wichtige Rolle als formverändernde Urſache, als Hebel zum Fortſchaffen von Felsblöcken und Trümmern. Das iſt der neueſten Geologie unzweifelhaft geworden. —

Im Frühling und Sommer ſchwindet unter dem Einfluß von warmen Regen und Winden die Schneedecke, welche während der kältern Jahreszeit einen großen Theil unſers Erdbodens überlagerte, und nur auf hohen Gebirgen und in der Nähe der Pole erſtarrt das Leben der Natur unter dem kalten Panzer. Blendend weiß und im Strahle der Sonne mit glühendem Roſenlicht erſcheinend, bezeichnen dieſe Schneefelder ſchon in weiter Ferne den eigenthümlichen Anblick hoher Gebirge. Unwandelbar im Laufe von Generationen, nicht vermehrt durch die gewaltigen Schneefälle der Winter, nicht vermindert durch Ausdünſtung, durch Sonnen- und Bodenwärme, geben ſie das düſtre Bild einer todten Natur. Aber auch ſie ſind nur ſcheinbar das Grab des Lebens, auch die ſtarren Eisgefilde des

Nordens und der Höhen werden zur Wiege frischen Lebens, zum Tummelplatz einer zahllosen Thierwelt, zum Garten für Millionen kleiner Pflanzen. Wie aus dem Schneegebirge der Anden Dampf- und Feuersäulen emporsteigen, wie den Eisfluren des Himalaya heiße Quellen entströmen, so beleben Stäbchenpflanzen und Infusorien den Schnee der Alpen, die Eisfelder der Polarregionen, in blutrothen Streifen die blendendweißen Gefilde durchziehend. Das ist Lebensfülle und Lebenskraft, wie sie die Natur, aber nicht sie allein entwickelt. Auch unter der Winterhülle, welche Völker bedeckt, regt sich ein Leben, das freilich nicht mit groben Sinnen, aber mit dem microscopischen Auge des Forschergeistes erschaut werden kann. Jedes Grab hat seine Auferstehung, jeder Winter seinen Frühling!

Von großer Wichtigkeit für die Kenntniß meteorologischer Processe, wie für die Geographie der Pflanzen und Thiere ist die Linie, welche die untere Grenze dieser niemals wegschmelzenden Schneedecke bezeichnet, und die wir Schnee- oder Firnlinie nennen. Sie ist nicht sowohl von der Dauer, als von der Strenge des Winters abhängig. So ist das Innere Sibiriens der mittlern Temperatur nach bedeutend kälter, als das europäische Nordcap, und doch liegt in Sibirien die Schneegränze um Vieles höher, weil seine Sommer wärmer sind. Daher ist es auch begreiflich, daß die Tropenregion, in welcher die Schneegränze zwar im Allgemeinen höher hinauf liegt, als nach den Polen zu, gleichwohl nicht diejenige Gegend ist, wo sie die

höchſte Höhe über dem Meeresſpiegel erreicht. Während in den tropiſchen Anden Amerikas unter dem Aequator ihre Höhe 14—15000 Fuß erreicht, beträgt ſie 31° nördlicher im Himalaya 15600 Fuß. Merkwürdiger Weiſe findet ſich die Schneegränze an der Südſeite des Himalaya über 4000 Fuß niedriger, als an der Nordſeite. Aber hier ſteigen aus den ausgedehnten Gebirgsebenen Tibets beſtändig warme Luftſtröme an den Gebirgsabhängen auf, während an der Südſeite Wolkenſchichten, welche ſich aus den vom waſſerreichen Gangesland aufſteigenden Dünſten bilden, den Sonnenſtrahlen Wärme und Licht entziehen. In den Alpen erreicht die Schneegränze 8000—8500 Fuß Höhe, und nur in der vom Föhn erwärmten Hochlandſchaft von Graubündten geht ſie über 9000 Fuß hinauf. In den ſkandinaviſchen Gebirgen Norwegens findet ſie ſich zu 5200 und auf dem Nordcap zu 2200 Fuß. Wie zu erwarten iſt, nimmt alſo die Schneegränze mit der Annäherung an die Pole ab, aber ſie wird auch, wie wir ſehen, durch die mannichfaltigſten Urſachen verändert. Die Wärmeunterſchiede der Jahreszeiten, die Richtung der herrſchenden Land- oder Seewinde, die Trockenheit oder Feuchtigkeit der oberen Luftſchichten üben einen beſondern Einfluß auf die Höhe der Schneegränze aus. Mächtig aufgehäufte Schneemaſſen auf ſeinem Gipfel oder auf benachbarten Bergen drücken die Schneelinie weit herunter. Schroffheit der Abhänge und die Stellung des Berges in einer Kette, zwiſchen Schneegipfeln oder in einer Ebne

wirken wesentlich ein. Auch die Ausdehnung, Lage und Höhe der Ebne, aus welcher ein Schneeberg isolirt oder als Theil einer Gruppe aufsteigt, wird die Schneelinie erhöhen oder erniedrigen, je nachdem eine Seeküste oder das Innere eines Continents, bewaldet oder eine Grasflur, eine dürre Sand- oder Felsenwüste oder ein feuchter Moorboden ist.

In den Polargegenden kommt zu dem ewigen Schnee der Berge das Eis hinzu, welches das Meer bildet. Unübersehbare Eisfelder, oft von mehreren hundert Quadratmeilen Größe, erfüllen jene kalten Meere und ragen oft 4—6 Fuß über das Wasser empor, während sie 10—20 Fuß tief eintauchen. Oft werden sie von den Wellen zerbrochen und von Winden und Strömungen in Bewegung gesetzt. Dann drohen sie dem Schiffer große Gefahr. Ein Sturm im Eismeer trotzt jeder Schilderung. Man muß den wilden Aufruhr des tobenden Elementes sehen, die hoch aufwärts geschleuderten Eismassen und die Schaumberge, man muß das donnerartige Getöse aneinander schlagender Eisberge hören und das furchtbare Zischen derselben bei ihrem Sturze; nur dann wird man das Bild eines Polarsturmes begreifen. Schon wenn die Strömung ein Eisfeld gegen ein unbewegtes oder gar ein andres aus entgegengesetzter Richtung kommendes führt, so erfolgt ein Stoß, dessen Wirkung jede Vorstellung übersteigt. Unter schrecklichem Getöse wird das schwächere Eisfeld zertrümmert. 20—30 Fuß hoch werden ungeheure Massen übereinander geschoben,

andre ganz verſenkt. Der Wallfiſchfänger, der ohnehin in ſteten Gefahren lebt, muß doppelt wachſam ſein, wenn ihn die Umſtände nöthigen zwiſchen bewegten Eisfeldern hindurchzuſchiffen; denn auch das ſtärkſte Schiff vermag einem ſolchen Zuſammenſtoße eben ſo wenig zu widerſtehen, als ein Blatt Papier eine Flintenkugel in ihrem Laufe aufhalten könnte. Ganz andrer Natur, aber nicht minder gefährlich und großartig ſind die Eisberge. Dieſe verdanken ihren Urſprung entweder, wie wir bald ſehen werden, Gletſchern, welche beſonders an den Oſtküſten von Spitzbergen aus den Thälern ſich bis ins Meer erſtrecken, ſich ablöſend in die See ſtürzen, ſich umwälzen und als ſchwimmende Eisberge fortbewegen; oder ſie werden auch in Buchten, ſelbſt im offnen Meere gebildet, wo der ſtets von Neuem auf ſie fallende Schnee ihre Maſſe bis ins Ungeheure vermehrt. Da das Eis ungefähr $^1/_8$ — $^1/_9$ leichter iſt als das Seewaſſer, ſo ragt höchſtens nur der 8te Theil der Maſſe aus dem Waſſer hervor, und man kann daher aus der Höhe eines Eisberges auf ſeine Tiefe unter dem Waſſer ſchließen. Reiſende wie Scoresby, Forſter, Parry haben aber Eisberge geſehen, welche bei einer Fläche von faſt $^1/_2$ Qu.-M. eine Höhe von 150, ja ſelbſt 200 Fuß hatten und daher bis zu 800 und 1600 Fuß Tiefe in das Meer eintauchen mußten. Schon aus weiter Ferne verkünden ſich ſolche Eismaſſen dem Seefahrer durch den lebhaften weißlichen Glanz, den ſie dem Himmel ertheilen, das ſogenannte Eisblinken; aber nichts gleicht

der wunderbaren Farbenpracht, welche die Eisberge in der Nähe darbieten. Hier das blendende Weiß des Silbers, dort das bunte Farbenſpiel des Regenbogens, die zackigen Spitzen von der Sonne mit Goldglanz übergoſſen, und der Himmel darüber im ſchönſten Grün; dazu die Silberſtröme, die aus den Spalten und Klüften hervorbrechen: das iſt ein Anblick, wie er wohl mit den Schrecken jener Regionen ewigen Todes auszuſöhnen vermag. Die größeren Eisberge werden vom Winde kaum bewegt und geben den Schiffen Schutz; dennoch iſt es gefährlich an ihnen vor Anker zu gehen, theils weil ſie bisweilen ihren Schwerpunkt plötzlich ändern und umſchlagen, theils weil oft ein Schlag mit der Axt, um den Anker zu befeſtigen, einen ganzen Berg mit großem Krachen ſpaltet; denn dieſe Eismaſſen beſitzen eine ſolche Sprödigkeit und Brüchigkeit, daß ein bloßer Schall ſchon hinreicht ſie zum Berſten zu bringen, daß ein einziger Ruderſchlag ſchon den Untergang ganzer Mannſchaften herbeiführte. —

Die Grenzen des Polareiſes reichen oft weit über die Polarkreiſe hinaus. Am meiſten dringen die Eismaſſen des Südpols vor, deſſen mittlere Temperatur um 5° niedriger iſt, als die des Nordpols. Dort gelangen Eisberge bis zu 42° der Breite, und Treibeis hat man ſogar ſchon unter dem 35. Breitegrade geſehen. Die Geburtsſtätte des nördlichen Treibeiſes iſt das Meer im Norden Spitzbergens. Dort bilden ſich in dem 9 Monate langen Winter gewaltige Eis-

felder, welche von den Strömungen nach Süden getrieben, von Stürmen zerſchellt, von den Sonnenſtrahlen zernagt werden. Bisweilen bringen die Trümmer dieſer Eismaſſen, ja ſelbſt große Eisberge bis über die Küſten Neufoundlands, alſo bis zur Breite des ſüdlichen Deutſchlands hinaus vor; aber die eigentliche Grenze des Polareiſes bildet eine Linie von der Hudſons- und Baffinsbai und Neufoundland bis Nowa Semlja, wo es ſich an die Küſten Aſiens anſchließt, um weiter nach Oſten auch die Geſtade Amerikas zu umlagern. Am gewaltigſten ſind dieſe Eismaſſen an den Küſten Sibiriens, wo ſie eine unüberſehbare Ebene bilden, deren aufſteigende Dünſte jene Trugbilder hervorbringen, welche gleich der Fata Morgana den Reiſenden Land und Felſen, Wälder, Thiere und Städte vorſpiegeln, wo nur Eis und Dampf zu ſehen iſt. Eine eigenthümliche Pracht iſt es, welche dieſe Naturſcenen ausſtattet. Hier dehnen ſich unüberſehbare Ebenen aus, von offnen Kanälen, Polinjen genannt, durchſchnitten, welche oft mehr als 100 Meilen weit dem Schiffer auch mitten im Winter in jenen Regionen ewigen Froſtes offnes Fahrwaſſer darbieten. Dort ſteigen rieſige Berge mit ſteilen Gehängen vom Seeufer zu unermeßlichen Höhen empor, in ihren Gipfeln die ſeltſamſten Geſtalten, Kegel, Nadeln, Zacken bildend. Die düſtern Felſen der Küſte, der blendend weiße Schaum des Meeres, der dunkle Himmel, die von Nebeln erfüllte Luft, das ſind die Farben zu einem Gemälde der Polarnatur. Man hat

neuerdings oft die Behauptung aufgeſtellt, daß die Eisgrenze des Nordpols immer weiter nach Süden vorrücke, und ſich dabei auf eine Thatſache an den Oſtküſten Grönlands berufen. Aber dieſe Thatſache beruht nur auf Sagen. Es iſt hiſtoriſch, daß um das Jahr 1000 von Norwegen aus Niederlaſſungen in Grönland gegründet wurden, die bis zum Anfang des 15. Jahrh. mit dem Mutterlande in Verbindung geblieben, ſeitdem aber gänzlich verſchollen ſind. Später ſuchte man vergeblich ihre Spuren wieder aufzufinden, aber Niemand war da, der auch nur die Gegend näher zu bezeichnen wußte, wo ſie geſtanden hatten. Man ſuchte ſie auf der Oſtküſte Grönlands, und da man dort das Meer weithin mit undurchdringlichem Eiſe bedeckt fand, und dieſe Eismaſſe im Laufe der 3 jüngſten Jahrhunderte nicht von der Stelle wich, ſo ſchloß man, daß dieſe Vermehrung des Eiſes erſt ſeit dem Ende des 14. Jahrh. erfolgt ſei, und daß daher dort ein wirklich fortſchreitendes Wachſen des Eiſes ſtattfinden müſſe. Allein dieſer Schluß, ſo verbreitet er auch ſein mag, iſt ſehr gewagt. Denn eine ſolche Vermehrung konnte nur ganz allmählig ſtattfinden, konnte daher nicht die Urſache eines ſo plötzlichen Abbrechens der Verbindung zwiſchen den grönländiſchen Kolonieen und dem Mutterlande ſein. Der Anfall eines mächtigen Feindes, eine Seuche, politiſche Ereigniſſe könnten eher jenes Räthſel erklären. Als gegen Ende des vorigen Jahrhunderts von den Dänen neue Niederlaſſungen an dem ſüdlichſten Theile

der Weſtküſte von Grönland angelegt wurden, fand man dort in der That eine große Menge von Trümmern regelmäßig angelegter großer Gebäude, die gar keinen Zweifel erlauben, daß dies die Gegend ſei, in welcher einſt die alten norwegiſchen Pflanzorte und die vielen Kirchen ſtanden, deren die alten Sagen gedenken. Aber von den ehemaligen europäiſchen Einwohnern hat man keine Spur entdeckt; nur Eskimos durchziehen das Land. Auf der Oſtküſte Grönlands haben daher wohl niemals europäiſche Niederlaſſungen beſtanden, und ſie war wohl in den älteſten Zeiten ebenſo ſehr mit Eis belegt als jetzt. Was aber die Sage von einer ehemaligen größeren Kultur Islands erzählt, iſt zweifelhaft, und wenn ſie namentlich von den vielen Waldungen ſpricht, welche die erſten Anſiedler auf Island gefunden haben ſollen, ſo iſt nur daran zu erinnern, daß auch in den Gebirgen der Schweiz die Waldungen von der Höhe nach der Tiefe hin abnehmen, daß dieſe Abnahme aber theils ein Werk der unbeſonnen vernichtenden Menſchenhand, theils der Zerſtörungswuth des unterirdiſchen Feuerelements, keineswegs die Wirkung eines veränderten Klimas iſt. —

Wenden wir uns jetzt von den Eisfeldern der Polarregionen zu den Eisfeldern der Hochgebirge. Der ewige Schnee oder Firn, welcher ſie bedeckt, iſt nicht locker wie der Winterſchnee unſrer Ebnen, ſondern ſeine obere Schicht iſt gekörnt, und ſeine untere kommt der Feſtigkeit des Eiſes nahe, ſo daß der Firn

die Mitte hält zwiſchen Schnee und Eis. In jenen Höhen fällt der Schnee in der Form feiner Nadeln und Sternchen, die zuſammenbacken und anfangs eckige Formen bedingen, bis ſie durch Regen und Schmelzwaſſer zu runden Körnern abgeſchliffen werden. Sickert nun das Waſſer der Oberfläche tiefer ein, und gefriert dann, ſo entſteht ein weißes, zähes, mit Luftblaſen durchwebtes Eis, das in ſeinen obern Schichten noch körniges Gefüge, in ſeinen untern aber eine dichte glasartige Natur zeigt. Alle dieſe Maſſen ſind geſchichtet, und jede dieſer 3 — 6 Fuß mächtigen Schichten entſpricht vermuthlich der Schneemenge eines Jahres. Auch die Umwandlung des Schnees in Firn, in Firneis und wirkliches Gletſchereis vermiſcht dieſe Schichtung nicht. Oft beträgt die Dicke der Firnſchichten 2 — 300 Fuß, während die der Gletſchermaſſe am untern Theil auf 80 — 100, am obern auf 120 — 180 Fuß geſchätzt wird. Alles feſte Gletſchereis war ſomit früher größtentheils Firnmaſſe, aus welcher die Gletſcher wie organiſch hervorwachſen, oder wie Flüſſe aus Seen ſich ergießen, und ſich im Gebirge bis in die Waldregion herabſenken. Nur das blaue Eis, welches ſich in den Gletſchern findet, ſcheint reines Waſſereis, gefrornes Schmelz- oder Regenwaſſer zu ſein.

In ihrer hohen Reinheit gleichen die Gletſchermaſſen in der Ferne oft dem herrlichſten Marmor in allen Nuancen vom blendenden Weiß zum dunklen Blau oder Meergrün. Ihre Reinlichkeit iſt ſprich-

wörtlich bei den Alpenbewohnern. Sie dulden nichts Fremdartiges in ihrem Innern; die kleinſten Steintrümmer oder Holzſtückchen, die in ihre Spalten fallen, ſcheiden ſie, wenn auch nach Jahren, wieder aus. Einſt mochte dies als eine geheimnißvolle Wunderkraft der Gletſcher erſcheinen; durch die Wiſſenſchaft wird es natürlich. Es erklärt ſich aus dem Abwärtsrücken der Gletſcher und ihrer oberflächlichen Schmelzung. Blätter, Inſekten, Steinchen, welche von Winden auf Gletſcher geführt werden, ſinken nach und nach in das Eis ein; denn ſie ſchmelzen es durch die ihnen von den Sonnenſtrahlen ertheilte Wärme. Bald aber werden ſie der Sonnenwärme entzogen, das Eis verhüllt ſie, ſie ſinken nicht weiter. Nicht lange währt es, ſo erſcheinen ſie von Neuem an der Oberfläche, werden abermals von der Sonne beſtrahlt und ſinken wieder ein, um daſſelbe Spiel zu wiederholen, bis ſie den Fuß des Gletſchers erreichen. Oft erblickt man große Felsblöcke und Steinplatten, die auf einer ſchwachen Eisſäule ruhen, die jeden Augenblick zu ſtürzen droht. Gletſchertiſche nennt ſie der Aelpler. Von den nahen Höhen herabgeſtürzt oder durch Lawinen und Stürme herbeigeführt, bedeckten ſie die Oberfläche des Gletſchers und entzogen ſie den ſchmelzenden Sonnenſtrahlen. So entſteht ein Piedeſtal, welches die Platte trägt, das aber mehr und mehr von Regen und herabtröpfelndem Waſſer zernagt, endlich zuſammenbricht und den Felsblock auf den Gletſcher niederſtürzt, wo er ſich immer neue Säulen ſchafft, bis er

endlich auf die Seite geſchoben wird oder das Gletſcherende erreicht. Kleinere Steine und abgerundete Blöcke, durch die Sonne erwärmt, können ſich nicht ſolche Sockel bilden; aber ſie ſchaffen durch Schmelzung Gruben und Löcher, in welche Rinnwaſſer Felstrümmer, Grus und Sand führen. Dadurch erweitern ſich die Eislöcher oft zu beträchtlichen Seen, welche den Grund des Gletſchers durchbrechen und dem Waſſer Abfluß verſchaffen. Kühne Geſtalten gewaltiger Säulen und Nadeln vom hellſten Kryſtall geben oft dem Gletſcher den überraſchendſten Anblick. Gewaltige Eisgrotten mit herrlichen Pfeilern, ſeltſame Stalaktiten und rauſchende Kaskaden zieren das Ende der Gletſcher und vollenden das Großartige dieſer wunderbaren Eisſtröme der Alpengebirge.

Schon die Schneemaſſen der Alpen richten bisweilen plötzliche und furchtbare Zerſtörungen an, wenn große Maſſen von ihnen als Lawinen herabſtürzen, oder längs der Abhänge herabgleiten und durch den Stoß und die Schwere ihrer Maſſe oder durch den Druck des durch ihren Sturz erzeugten Windes Bäume entwurzelt oder zerknickt, ältere Schutthalden weggeriſſen und große Maſſen von Trümmern jeder Art fortgewälzt und in der Tiefe zu Schuttkegeln angehäuft werden. Viel gewaltſamer aber, weil ſtetig und langſam wirkend, ſind die Zerſtörungen, welche die Gletſcher hervorbringen, wenn ſie aus den Hochgebirgen in die Thäler und Ebnen vordringen. Ihre größte Entwicklung erreichen ſie in den Polargegenden, be-

ſonders auf Spitzbergen, wo ſie bei einer Breite von 1 M. und einer Länge von 3 M. in ihrem jähen Abſturz oft eine Höhe von 1000 Fuß erlangen, und dem größten Theile der Eisberge ihre Entſtehung geben. Auch in Island ſenken ſich die Gletſcher von dem mit ewigem Schnee bedeckten Innern der Inſel tief in die Thäler und bis zum Meeresgrund hinab, und verleihen durch ihre Zerſpaltung und die azurblaue Farbe ihres Eiſes dem Anblick der Inſel eine hohe Schönheit. Am mannigfaltigſten jedoch tritt die Gletſcherwelt in unſerm Alpenſyſteme auf, die etwa 600 Gletſcher zählt, welche 100 □ M. bedecken und in 20 Gruppen oder ſogenannte Eismeere vertheilt ſind. Die Hälfte davon kommt allein auf die Schweiz. Wir finden ſie dort um das Finſteraarhorn in den Berneralpen, um den Dent-Blanche in den penniniſchen Alpen, öſtlich um den Ortles und Großglockner, weſtlich um den Montblanc und Mont-Pelvoux. In den Hochthälern eingeſchloſſen oder an den Seiten der Bergketten gleichſam aufgehängt, gleichen dieſe Gletſcher aus der Ferne Strömen von Schnee, welche von den hohen Kuppen der Berge herabſtürzen, um ſich in das Thal zu ergießen, und in größter Nähe hält es oft noch ſchwer ſich zu überzeugen, daß es wirkliches Eis und kein Schnee iſt, woraus die Maſſe beſteht, die man vor ſich hat. Aber die Gletſcher gleichen nicht allein Strömen, ſie ſind wirklich ſolche, ſie rücken fort wie dieſe, nehmen ab oder zu. Wälder und bewohnte Orte ſind durch ſie verdrängt, die Straße von

Frankreich nach Piemont über den Mont-maudit ist durch Eis 2 Stunden lang und $^1/_2$ Stunde breit unwegsam geworden; weidereiche Alpen und Wiesen sind von ihnen bedeckt worden. Nichts widersteht dieser furchtbaren Gewalt, Alles wird umgestürzt, seitwärts geschleudert oder vorwärts gestoßen. Bauwerke der Menschenhand, 70 Fuß hohe Felsblöcke halten sie nicht auf, nur mächtige gewachsene Felsen leisten Widerstand. Eben so unverkennbare Spuren beweisen, daß andere Gletscher abgenommen haben, da Theile der Gebirgsabhänge und Thäler früher mit Eis bedeckt waren, die jetzt davon frei sind.

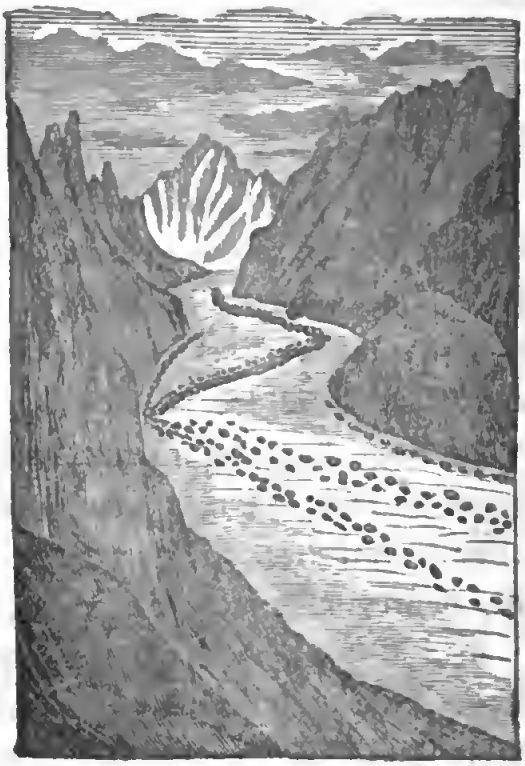
Die Bewegung der Gletscher ist jetzt eine Thatsache. Ehe die Wissenschaft ihre Forschungen auch in diese eisige Natur versenkt hatte, konnte man wohl an eine Unwandelbarkeit der Gletscher glauben; denn es galt als ausgemacht, daß die oberflächlichen Anhäufungen von Schnee- und Eismassen dem unteren Wegschmelzen das Gleichgewicht halten. Die Gletscherbäche, welche unter ihnen hervorrauschten, galten als Beweis; denn man beachtete nicht, daß diese auch im Winter nicht versiegen und daher nicht immer dem Schmelzwasser, sondern oft Quellen ihren Ursprung verdanken, wenn sie, wie Rhone, Aar und Rhein, als reißende Flüsse hervortreten. Durch die geistvollen Bemühungen Charpentier's und Agassiz's ist auch die Ansicht widerlegt worden, als bestehe das Abwärtsrücken der Gletscher nur in einem durch die Schwerkraft bewirkten Hingleiten des Eises über sich selbst.

Das große Geheimniß dieſer Bewegung beruht auf den zahlloſen Haarſpalten und Klüften, welche Gletſcher nach allen Richtungen durchziehen. Waſſer dringt in ſie ein und dehnt die Geſammtmaſſe dieſer Eisgebilde aus; das Schmelzen an der Oberfläche vermindert ihre Mächtigkeit. So ſtehen die Gletſcher ſtill, wachſen oder ziehen ſich zurück, je nachdem Ausdehnung und Wegſchmelzen einander überwiegen oder im Gleichgewicht halten. Nicht immer iſt die Bewegung der Gletſcher eine unmerkbar langſame. Ein furchtbares Getöſe erſchüttert oft plötzlich das Eisfeld; Felsblöcke, die es bedeckten, bewegen ſich und rollen der Tiefe zu, Spalten ſchließen ſich gewaltſam und ſchleudern das Waſſer, das ſie erfüllte, hoch in die Luft. Krachend löſen ſich oft ungeheure Eismaſſen von den oberen Theilen ab und ſtürzen furchtbar praſſelnd in gewaltigen Sprüngen in die Tiefe. Donnernd öffnen ſich Spalten und Klüfte, die ſich allmählig zu 10 bis 100 Fuß breiten ſchauerlichen Schlünden von unabſehbarer Tiefe erweitern. Täuſchende Schneedecken verſchließen oft die Oeffnungen dieſer Klüfte, und wehe dem Wanderer, deſſen Fuß dieſe trügeriſche Brücke betritt! Die Geſchwindigkeit, mit welcher Gletſcher vorrücken, iſt bisweilen außerordentlich. Im Chamounythale hat man in den letzten Jahren eine jährliche Bewegung von 600 bis 900 Fuß beobachtet, und die Hütte, welche einem Reiſenden auf dem Aargletſcher zum Aufenthalt diente, war in 12 Jahren über 4000 Fuß vorgeſchritten, bis ſie gänzlich ver-

ſchwand. Daher fehlt es auch nicht an Nachrichten von Thälern, die einſt zu den grasreichſten Alpenwieſen gehörten und jetzt vergletſchert ſind. Steinbrücken wurden zwiſchen Sitten und Bex zerſtört, Grubenbaue am hohen Goldberg in Tyrol verdeckt, und Bauernhöfe und Birkenwälder werden noch jährlich in Norwegen verdrängt oder fortgeſchoben. Einen ſeltſamen Anblick gewährt es, in unmittelbarer ſchauerlicher Nähe dieſer unzerſtörbaren, jeder Wärme trotzenden Eisgebilde die üppigſte Vegetation zu ſehen, nicht bloß düſtere Fichten- und Lärchenwälder, ſondern freundliche Wieſen mit Blumen geſchmückt, Saatfelder und Fruchtgärten, Hütten und Häuſer. So nahe wohnen ſich Grauſen und Luſt. Bis zu 3260 Fuß Höhe über dem Meeresſpiegel ſenken ſich die Gletſcher des Grindelwalds im Berner Oberlande herab, bis zu 800 Fuß die Norwegiſchen, und die Gletſcher Islands und Lapplands berühren ſelbſt das Meer. Nur in den Pyrenäen fliehen die Gletſcher bewohnte Orte.

Natürlich müſſen bei der Bewegung einer ſo ungeheuren Maſſe alle beweglichen Gebilde unter ihr zerrieben und zermalmt werden, und ſelbſt die feſteſte Unterlage kann nicht unverändert bleiben, indem die von der Gletſchermaſſe bewegten Steintrümmer, Kieſel und Sandkörner unter ihrem mächtigen Drucke wie in einem Polierwerke arbeiten. Die felſige Unterlage wird geglättet, vollkommner als es je fließendes Waſſer vermag. Kein Geſtein macht eine Ausnahme, das härteſte wird ſo glatt geſchliffen, wie das weichſte. So entſtehen die Schliffflächen, die gewöhnlich paral-

lel geritzt und gefurcht und oft mit Rundhöckern von 10—100 Fuß Durchmesser verbunden sind. Da die Gletscher meist an und zwischen Felswänden sich absenken, so sind sie vielen Steinfällen und Felsstürzen ausgesetzt und werden von Schutt- und Trümmermassen bedeckt, die vom Gletscher weiter geführt wallartige Erhöhungen, Schuttwälle bilden, welche Gandecken oder Moränen heißen. Gewöhnlich begleiten jeden Gletscher zu beiden Seiten der Thalwände von ihrem obersten Absturz bis zum Ende hin 2 Gandecken, die, wenn sich zwei Gletscher vereinigen, in eine Mittelmoräne oder Gufferlinie übergehen. Die beigefügte Ansicht des Vieschgletschers am Abhange des Finsteraarhorn macht diese Erscheinung deutlich.



Erreicht dieſer Schutt das Ende des Gletſchers, ſo fällt er an ihm hinunter und bildet am ganzen vordern Abhang einen hohen, beide Enden der Seitengandecken verbindenden Schuttwall, die Endgandecke oder den Stirnwall. Dieſe letztern ſind es, welche uns über das Vorrücken der Gletſcher belehren; denn wenn die Eismaſſe durch ſtärkeres Abſchmelzen abnimmt, ſo läßt der Gletſcher die zuletzt gebildete Endmoräne zurück, die nun in einem weiten Bogen den vom Gletſcher verlaſſnen Thalboden umſchließt. Geſchieht dies Zurückweichen allmählig und gleichmäßig, ſo wird der ganze Raum von dem Stirnwall bis zum Gletſcherende mit dem abfallenden Schutt überſäet; geſchieht es periodiſch und von Zeiten der Ruhe unterbrochen, ſo bilden ſich mehrere Stirnwälle hinter einander. Bald zeigen dieſe Moränen wenige Fuß, bald 50—100 Fuß Höhe; bald beſtehen ſie nur aus Erde, Schlamm und Kies, bald aus größern und kleinern Felstrümmern, Blöcken von Hausgröße und vielen 1000 Kubikfuß Körperinhalt; die einen zeigen ſcharfe Ecken und Kanten, die andern ſind abgerundet, je nachdem ſie zwiſchen dem Eis und den Felstrümmern eine Reibung erlitten haben oder nicht. Die Schuttwälle dieſer Endmoränen bleiben in den Alpen keineswegs nur auf das nächſte Gebiet der jetzigen Gletſcher beſchränkt, vielmehr trifft man ſie in Entfernungen von dieſen, die uns einen Begriff von der einſtigen viel größeren Ausdehnung des Gletſchereiſes geben. Viele derſelben, beſonders die entfernteren, ge-

hören ihrem Urſprunge nach ohne allen Zweifel einer vorhiſtoriſchen Zeit an; bei anderen jüngeren reicht doch die Erinnerung der Alpenbewohner nicht weit genug oder wir beſitzen darüber nur dichteriſche Sagen, wie vom Roſenlauigletſcher, deſſen Entſtehung eine im Haslithal gehende Sage nicht viel über 100 Jahre hinaufſetzt. Auch das äußere Anſehen dieſer Schutthaufen wechſelt nach ihrem Alter und der Höhe, in der ſie ſich finden. Die jüngeren, am obern Ende eines Thals in der Nähe der Gletſcher befindlichen erſcheinen durchaus als regelloſe Schutthaufen mit nackter Oberfläche. Weiter nach unten beginnen Gras und Alpenkräuter in den Zwiſchenräumen zu ſproſſen. Eine Schicht Dammerde und dichter Raſen bedeckt die noch tiefer im Thale befindlichen Wälle, und nur die Kanten der größern Blöcke ragen aus der grünen Decke hervor. Gegen den Ausgang des Thales hin endlich muß man die Schuttwälle meiſt in Wäldern oder ſelbſt in und unter den Dörfern ſuchen; Tannen haben ſich auf ihnen angeſiedelt und Menſchen ihre Wohnungen auf dieſem Schuttboden erbaut. Gewöhnlich finden ſich dieſe halbmondförmigen alten Schuttwälle in den Thalerweiterungen und bieten dann den Aelplern eine gewiſſe Erhöhung über der Thalſohle und für ihre Wohnungen Schutz vor den Ueberſchwemmungen der Gebirgsbäche dar. Thalmündungen werden oft durch ſolche Schuttwälle verſchloſſen, und die Gewäſſer, welche ſich hinter ihnen aufſtauten, gaben Alpenſeen ihren Urſprung. Der Gardaſee in der Lom-

bardei verdankt ſein Beſtehen nur einem ſolchen Schließungswall. Aber nicht immer ſind dieſe Schuttwälle auf Thalkeſſel beſchränkt; die größten Blockanhäufungen finden ſich im Gegentheile oft gerade auf den Querrücken, welche die einzelnen Erweiterungen der Alpenthäler trennen, während in den keſſelförmigen Vertiefungen vor und hinter ihnen nur wenige Blöcke zerſtreut ſind. Noch überraſchender iſt es aber, daß auch außerhalb des Alpengebirges, in weiteſter Entfernung von allen Gletſchern, Hügelzüge getroffen werden, die in allen Beziehungen die Natur der Moränen haben. So wird die Ebne von Ivrea 7 Meilen vom nächſten Gletſcher am Südabhange des Monte Roſa von einem 600 — 1000 Fuß hohen und ſehr breiten Trümmerwall umſchloſſen, deſſen große, eckige, von kleinerem Gebirgsſchutt eingehüllte Blöcke offenbar aus dem Hintergrunde der Acoſtathäler abſtammen; andrer Thatſachen nicht zu gedenken, die eben ſo deutlich die einſtige große Ausdehnung der Eismaſſen beweiſen. Wie zu erwarten iſt, finden ſich auch neben den alten Gandecken jene Schliffflächen und Rundhöcker weithin verbreitet und fern von allen Gletſchern, in und außer dem Bezirke der Alpen. In der Nähe der Gletſcher zeigen ſie ſich beſonders häufig, oft 500 Fuß über ihrem jetzigen Stande, wie beim Vieſchergletſcher, beim Unteraargletſcher. Im Hintergrunde der Alpenthäler treten ſie etwa bei 9000 Fuß Höhe unter den Gletſchern hervor, ſenken ſich allmählig gegen den Ausgang der Thäler hin, an deren Mündungen ſie noch

eine Höhe von 5 — 6000 Fuß innehalten. Selbſt in Ländern werden ſie wahrgenommen, die von den jetzigen Gletſchergebirgen durch Flachländer, Meere und Mittelgebirgsländer getrennt ſind. Untrügliche Beobachtungen weiſen ſie im Jura, in den Vogeſen, im Schwarzwald und in den Pyrenäen nach, am häufigſten aber treten ſie in den nördlichen Ländern beider Hemiſphären auf. In Nordamerika ziehen ſie ſich von Neufoundland bis zum Miſſiſippi, bis zur Höhe von 4000 Fuß; in Europa durch Nordengland und Schottland, Schweden und Finnland. Unverkennbar zeigen dieſe Thatſachen, daß ſich einſt in den Alpen die Gletſcher von ihrem jetzigen Stande über dem Thalboden der niederen Schweiz bis zu einer Höhe von 2000 Fuß in den Jura, die Vogeſen und den Schwarzwald ausgedehnt haben, und daß die Gletſcher der arktiſchen Zone und der ſcandinaviſchen Alpen ſich weit über die nördliche Halbkugel ausbreiteten, ſie mit einer zuſammenhängenden gewaltigen Eiskruſte bedeckten. Unſtreitig beſtand dieſe Eisdecke vor der menſchlichen Epoche zu einer Zeit eiſiger Ruhe, die von bedeutender Dauer geweſen ſein mag und doch nur ein Moment in jener Reihe von Oscillationen war, wodurch die Erde von ihrem glühend heißen Zuſtande zu ihrer gegenwärtigen Temperatur gelangt iſt. —

Die gewaltige Ausdehnung der früheren Gletſcher, die wir als eine Thatſache anzunehmen genöthigt ſind, hat zur Erklärung einer Erſcheinung geführt, welche zu allen Zeiten die Aufmerkſamkeit der

Naturforſcher erregt hat, ich meine die Ablagerung erratiſcher Blöcke oder Findlingsblöcke. Es ſind große Felstrümmer, die von dem Geſtein der benachbarten Hügel und Berge ſo ganz verſchieden ſind, daß ſie nicht als deren Trümmer gelten können. Sie ſind Fremdlinge, deren Stammfels oft in weiter Ferne zu ſuchen iſt. Maſſen von regellos eckiger Form ruhen oft auf den Gipfeln vereinzelter kegelförmiger Fußgeſtelle, oder ſie ſchweben an ſteilen Gehängen, von denen jeder Stoß ſie herabzuſtürzen droht. Im Sande der Ebnen verborgen, von Moos und Raſen bekleidet, in den Straßen der Städte und Dörfer, auf Feldern und Wegen, in Flüſſen, auf Bergen, überall begegnen ſie dem erſtaunten Blicke des Wanderers. Der Fuß der Alpen zeichnet ſich durch ſolche Blöcke aus. Dort finden ſie ſich in den auslaufenden Thälern, auf den Stufen der Abhänge, im Hügel- und Flachland, ſelbſt in den Thälern des Jura und auf dem Rücken der Jurakette, in einer Höhe von 3300 Fuß, oft von ungeheurer Größe bis über 100000 Kubikfuß an Körperinhalt. Ebenſo finden wir ſie am Fuße des Himalajah, in den Umgebungen von Canton in China, am Kap der g. Hoffnung, am großartigſten aber im nördlichen Europa und Amerika. Die ſüdliche Grenze dieſer erratiſchen Erſcheinungen erſtreckt ſich in einem weiten Bogen in Amerika durch das nördliche Mexiko, Texas, Alabama und Georgien; in Europa durch England, Holland, Weſtphalen und Hannover, am Nordrande des Harzes hin über Leipzig durch Schle-

ſien und Polen ſüdlich von Breslau und Warſchau über Moskau bis gegen die nördliche Spitze des Ural hin. Der weite Raum, den dieſer Bogen umfaßt, deſſen Mittelpunkt Finnland und Skandinavien bilden, iſt bedeckt mit mächtigen Sand- und Geröllagern, die zum Theil geſchichtet, hie und da mit Schnecken und Muſcheln vermengt ſind, die alle noch lebenden Arten angehören, welche die nordiſchen Meere bewohnen, und in welchen eine große Menge eckiger Findlingsblöcke abgelagert ſind. Bisweilen liegen dieſe Blöcke in unglaublicher Menge ſo dicht gedrängt, daß ſie weite Strecken völlig unfruchtbar machen, oder doch dem Ackerbau große Hinderniſſe entgegenſtellen. Oft iſt ihre Größe erſtaunenswerth. Berühmt ſind die beiden Markgrafenſteine auf den Rauenſchen Bergen bei Fürſtenwalde, deren größter 95 Fuß im Umfang und 25 Fuß über der Erde, zu einem Kunſtwerke verwandt wurde, das an Stoff, Größe und Form den Meiſterwerken der Alten zur Seite geſtellt zu werden verdient. Einſt unbeachtet in märkiſchen Waldungen, nur von der Sagenluſt des Volkes als Kerker einer verzauberten Prinzeſſin verrufen, jetzt durch die Kunſt in eine prachtvolle Schale verwandelt, bildet er ſeit 1827 die würdigſte Zierde des Luſtgartens vor dem Muſeum Berlins. Nicht minder mächtige Blöcke kennt das Flachland von Mecklenburg, Pommern und den däniſchen Inſeln. Bei Heſſelager auf Fünen ragt ein Granitblock von 105 Fuß im Umfange 21 Fuß aus dem Boden hervor. In früheren

Zeiten dienten dieſe Findlinge zu Altären und Opferſteinen, zu Grab- und Heldendenkmälern. Spuren von Bearbeitung, eingehauene Vertiefungen und rohe Sculpturen verrathen noch den Zweck ihres früheren Gebrauchs. Bei Frankfurt liegen drei Steine auf einem bewaldeten Hügel, welche regelmäßige Reihen künſtlich eingegrabner Löcher, gewöhnlich zwölf an der Zahl, zeigen, und ſchon ſeit langer Zeit die Einbildungskraft der Beſchauer beſchäftigen. Jetzt ſind Straßen und Chauſſeen mit ſolchen Findlingsgeſteinen gepflaſtert, Mauern und Häuſer, Kirchen und Thürme daraus gebaut, und nach Jahrtauſenden vermag vielleicht nur noch die Alterthumsforſchung und die Ueberlieferung von dieſen ſonderbaren Fremdlingen unſrer norddeutſchen Natur Kunde zu geben.

Nicht Granite allein ſind es, ſondern Gneiße, Glimmerſchiefer, Porphyre, ſelbſt Sand- und Kalkſteine, deren Trümmer dieſe Ebenen bedecken. Auf letzteren werden ſeit Jahrhunderten ſelbſt Kalköfen betrieben; aber alle gehören ſie Gebirgen an, von denen ſie jetzt durch Meere und Länder geſchieden werden. Im nördlichen Rußland vom Onegaſee weſtlich ſtammen alle Blöcke aus Finnland, in Preußen und Polen dagegen vermiſchen ſich bereits die finniſchen Geſteine mit ſchwediſchen Gebirgsarten. Letztere nehmen immer mehr nach Weſten hin zu, und in Holſtein, Friesland und Holland ſtammen ſie alle aus Schweden und Norwegen, bis endlich an der Oſtküſte Englands und Schottlands nur noch norwegiſche Ge-

birgsarten ſich vorfinden. So ging jene Kraft, welche alle dieſe Blöcke zerſtreute, nicht vom Nordpol, ſondern vom Kamme der ſkandinaviſchen Alpen aus. In Schweden bilden dieſe Blöcke und der ſie umhüllende Schutt niedre Hügelzüge, Oſars genannt, die das Gepräge alter Moränen an ſich tragen und dort zu Kunſtſtraßen benutzt werden. In Rußland, Polen und Norddeutſchland dagegen kommen die Findlinge mehr gruppenweiſe vor, häufiger auf Anhöhen und am Abhange der ſie begrenzenden Gebirge, als in Thälern und Flußbetten, oft noch in einer Höhe von 1000 Fuß. In Finnland endlich gleicht die erratiſche Bildung einer allgemein verbreiteten Decke von oft 50 Fuß Mächtigkeit.

Daß die erratiſchen Blöcke nicht Trümmer einer früher zuſammenhängenden und aus der Tiefe der Erde hervorragenden Gebirgsmaſſe ſeien, welche durch darübergelagerte neue Gebilde dem Auge entzogen wurde, davon zeugt die ganze Natur dieſer Erſcheinungen. Wie ſoll man aber ihre Fortbewegung erklären? Von welchen Mächten wurden ſie getragen? War es ein Zornausbruch des feurigen Erdinneren, oder eine gewaltige Fluth, welche dieſe Blöcke in ſo weite Fernen, ſelbſt auf Berge ſchleuderte? War es eine einzige furchtbare, aber ſchnell vorübergehende Kataſtrophe, oder eine lange Kette von Ereigniſſen, welche dieſe Fremdlinge über die Ebenen zerſtreute? Das ſind Fragen, welche den Naturforſcher ſeit langer Zeit beſchäftigen. Der erſte Anblick dieſer regellos

durcheinander geworfenen Blöcke ließ ſie gleichſam als eine von oben herabgeſtreute Saat erſcheinen, und wirklich fanden ſich Naturforſcher, wie Chabrier und Koch veranlaßt, in ihnen Reſte eines zerſtörten Erdtrabanten zu erblicken. Andere verſuchten es, auch hier die geheimnißvolle Kraft von unten empordrängender Gewalten eine Rolle ſpielen zu laſſen. Noch in neuerer Zeit ſieht Voll in Neubrandenburg in den Trümmergeſteinen der baltiſchen Ebne die Wirkungen einer gewaltſamen Kataſtrophe, welche ſich nach Ablagerung unſrer tertiären Bildungen, aber gleichzeitig mit dem Diluvium ereignete. In jener Zeit der Geburtswehen des ſkandinaviſchen Gebirges drängten die plutoniſchen Maſſen von unten empor und ſuchten die feſte Erdrinde weithin zu durchbrechen. Sie bogen und hoben, löſten und zerbrachen oder ſprengten durch Stöße die ſie überdeckenden Felslagen. Minenartige Exploſionen ſchleuderten viele Meilen hoch ihre Bomben empor, die in weitem Kreiſe über die umliegenden Länder als Steinregen herabfielen. Aber dem bombardirenden Pluto mußte Neptun in ſeiner Arbeit helfen. Auf gewaltigen Fluthen trug er die von plutoniſcher Kraft zerſprengten und zerriebenen Trümmer über die Ebenen hin und lagerte die Schichten des Diluviums ab, in welchen die immer mächtiger geſchleuderten Bomben begraben wurden, bis die furchtbarſte Exploſion, welche zahlloſe große Blöcke zerſtreute, das Ende der Kataſtrophe, die Geburt des ſkandinaviſchen Gebirges verkündete. Dieſe kriegeriſche

Hypotheſe auch auf die erratiſchen Blöcke der Alpen überzutragen, hat noch Niemand verſucht. Waſſer ſchien hier die einzige Kraft zu ſein, welche man ſolcher Wirkungen für fähig hielt.

Nicht nur die wallartige Geſtalt ſolcher Geröllanhäufungen und das Vorkommen von Blöcken auf leichtem Sand- und Ackerboden, in welchen ſie ein Sturz aus der Höhe hätte verſenken müſſen, ſondern auch die Furchen und Schliffflächen des Gebirgsbodens ſelbſt in bedeutenden Höhen deuten auf ein Schleifen und Wälzen der Trümmergeſteine über denſelben hin. Auch die ſkandinaviſchen Alpen zeigen auf ihrer Südſeite bis zur Höhe von 1500 Fuß dieſe Furchen und Schliffflächen. Heftig ſtrömende, mit Grus, Sand und Blöcken beladene Fluthen haben an der Nordſeite die Ecken und Kanten der Felſen abgerundet und auf der Südſeite die Trümmerwälle der Oſar gebildet. Man hat in der Erfahrung eine Beſtätigung für die bewegende Kraft ſturmbewegter Fluthen geſucht und gefunden. An den Küſten Finnlands zeigt man Blöcke von bedeutender Größe, welche noch in dieſem Jahrhundert durch Sturmfluthen an ihren jetzigen Ort getragen wurden; und Eisſchollen ſetzten noch im Winter 1838 einen Granitblock Finnlands mitten auf der Inſel Hochland ab. Die Sage von einer cimbriſchen Fluth, welche 200 Jahre v. Chr. die nordiſchen Ebenen überſtrömte, ließ daher zuerſt einen Halt für die Anſchwemmung der Findlingsblöcke finden; und wenn man auch keine Beweiſe für ein ſo junges Ereigniß fand, Meere

bedeckten gewiß in grauer Vorzeit die heimathlichen Fluren. Inſelgleich ragten die Ketten der Karpathen, des Rieſengebirges, der Thüringerwald und Harz aus dem Ocean hervor und mächtige Eisſchollen trugen Steine und Felsblöcke vom Nordpol her, ließen ſie am Strande und auf dem Wege fallen, und das Jahrtauſendlange Rollen und Reiben der Wogen gab ihnen ihre jetzige Geſtalt. Dieſe ſchon zu Ende des vorigen Jahrhunderts von Winterfeld und Wrede aufgeſtellte Erklärung des Phänomens der erratiſchen Blöcke durch Inſeln von Treibeis wurde in neuerer Zeit von Lyell und de la Beche noch weiter ausgeführt und von den baltiſchen Ländern auch auf die alpiniſchen Blöcke übergetragen. Vermißt man aber ſchon in den ſüdbaltiſchen Ebenen jede Spur einer früheren Strandbildung, ſo kommt in den Alpen noch die neue Schwierigkeit hinzu, zu erklären, wie jene Maſſen von Treibeis, ohne zu zerſchellen, ihren Weg durch die gewundenen Thäler in die offne Schweiz fanden, und wie, trotz der veränderlichen Winde und Strömungen, die Eismaſſen des Rhonethals ihre Blöcke auf den Höhen des Jura abſetzten und nicht tief nach Deutſchland verſchlagen wurden. Das Studium der Alpenphänomene führte daher zu einer neuen Erklärung. Nicht ſtehende Gewäſſer und ihre Eisbrücken, ſondern gewaltige Stromfluthen ſollten jene Trümmer von ihren Stammfelſen herabgeſchleudert haben. Leopold v. Buch war der Gründer dieſer Theorie. Er erkannte zuerſt die ganze Größe dieſer Erſcheinungen und faßte ſie, unterſtützt

durch eine umfaſſende Localkenntniß, unter einem allgemeinen Geſichtspunkt zuſammen. Ihm behagte es nicht, wie de Sauſſure, zur Erklärung von Meeresſtrömen einen plötzlichen Rückzug des Oceans durch Einſtürze der Erdrinde und Oeffnungen tiefliegender Höhlungen anzunehmen; er läßt die Alpen und ihre Umgebungen ſelbſt durch plutoniſche Kräfte aus dem Meere aufſteigen, und die Gewäſſer, durch den Stoß aufgeworfen, in ungeheurer Fluth von den Gipfeln zur Ebne herabſtürzen. Die Felſen wurden durch dieſen Stoß zertrümmert und die Blöcke von den abfließenden Gewäſſern durch die zugleich geöffneten Seitenthäler fortgeriſſen. Daher finde man auch Blöcke, von den höchſten Höhen gebrochen, am weiteſten fortgeführt und am höchſten auf den Bergen, welche der Richtung ihrer Bewegung entgegenſtanden; Maſſen dagegen, welche ſich von tiefer liegenden Felſen losgeriſſen, ſeien ſchon von weniger hohen, ſich entgegenſtellenden Hügeln aufgehalten worden, und würden deshalb an ihren Abhängen zerſtreut gefunden. Aus jedem Thale läßt L. v. Buch ſolche Ströme gleichzeitig losbrechen und mit ſo unbegreiflich großer Schnelligkeit, daß die losgeriſſenen Felstrümmer nicht Zeit hatten, ſich im Verhältniß ihrer Schwere zu ſenken. Bei ihrem Austritt aus den engen Thalſchlünden breiteten ſie ſich fächerförmig in die Ebne aus und verloren dadurch ſeitlich an ihrer Geſchwindigkeit, ſo daß ſich die Blöcke um ſo tiefer ſenkten, je weiter ſie von den Seiten entfernt waren. Was anfänglich nur für die Alpen und ihre

Umgebung galt, wurde nun auch auf den Norden Europas ausgedehnt. Eine noch furchtbarere Fluth, von den nordiſchen Ländern hervorbrechend, ſollte die Trümmer der ſkandinaviſchen Gebirge über die Abgründe der Nord- und Oſtſee hinweg auf Großbritannien, die deutſchen und ruſſiſchen Küſtenländer geſchleudert und dort in ähnlicher Weiſe die Blöcke zerſtreut haben, wie im Umkreiſe der Alpen. Dieſe Hypotheſe bot ein ſo harmoniſches Ganze dar, alle Thatſachen ſchienen darin ſo natürlich begründet, daß ihr eine allgemeine Anerkennung, in England ſogar das Anſehen eines Dogma zu Theil ward. Dazu kam der längſt begründete Ruhm L. v. Buchs, ſo daß ſeine Theorie angenommen wurde, ohne daß man es für nöthig erachtete, Berechnungen über die ungeheure Größe der Geſchwindigkeit anzuſtellen, mit welcher die Blöcke in dieſem Fluthenſtrome fortgeſchleudert werden mußten, oder ſich zu fragen, woher und wohin die ungeheure Waſſermaſſe gekommen ſei. Dieſer lange Zeit herrſchenden Theorie ſtellten Charpentier und ſpäter Agaſſiz eine andre gegenüber, wonach die Kraft, welche die Blöcke fortgeführt habe, durch Gletſcher ausgeübt wurde und die Ablagerungen der Blöcke als alte Gandecken zu betrachten ſind. Sie machten auf die Spiegelflächen und Furchen der Felſen des Rhonethals bis zum Genferſee, wie des Jura in ſeiner ganzen Ausdehnung aufmerkſam, ſie zeigten, daß an den größeren Findlingsblöcken keine Spur von Abſtumpfung und Zerreibung zu entdecken iſt, wie es doch immer

den Geröllen der Ströme zukommt; ſie ſind eckig und ſcharfkantig, wie friſch abgeſprengte Bruchſtücke, und dies um ſo mehr, je größer ſie ſind. Sie wieſen darauf hin, wie die allmählig abnehmende Gewalt auch des reißendſten Stromes größere Blöcke auf geringere, kleinere auf weitere Strecken mit ſich fortreiße, wie bei Ueberſchwemmungsablagerungen immer die ſchweren Stücke unten, der feine Sand oben liege. Das Alles erſchien bei den Findlingsblöcken ganz anders. Hier liegen Felsſtücke von vielen tauſend Kubikfuß und fauſtgroße Gerölle unter und neben einander, die großen oft oben, die kleinen unten. Oft treten die Ablagerungen der Blöcke in Wällen auf, die ein Thal ſchließen und nur vom Thalgewäſſer durchbrochen ſind; ſolche Dämme aber baut kein Strom ſich ſelbſt in den Weg, ſondern er reißt die, welche er findet, fort. Oft ſind Blöcke auf das Sonderbarſte aufgerichtet, wie auf Spitzen ruhend; Ströme aber richten nicht auf, ſie werfen um. Auch die Schliffflächen des Felsbodens, auf dem die Blöcke liegen, konnten nicht vom Waſſer bewirkt werden; oft ſind ſie durch fußdicke Geröll- und Sandſchichten von den größeren Blöcken getrennt, zum Beweiſe, daß ſeit der Ablagerung der letztern keine große Gewalt mehr auf ſie gewirkt haben könne, da ſie ſonſt den Sand mit hinweggeſpült hätte. Alle dieſe Thatſachen laſſen ſich, wie es ſcheint, leicht mit der Annahme von Gletſchern, ſchwer mit der von Strömen als wirkenden Urſachen vereinigen. Agaſſiz fand ſich daher durch die nicht nur

in den Alpen und dem Jura, ſondern auch im nördlichen Europa und Amerika wahrgenommenen alten Gandecken und Schliffflächen veranlaßt, der Welt ein neues Zeitalter in ihren Kalender zu ſchieben, indem er einen Zeitpunkt allgemeiner Vereiſung der Erde behauptete. Die Erkaltung der Erdrinde fand nicht gleichmäßig ſtatt, in jeder geologiſchen Epoche traten plötzliche Temperaturänderungen ein. Eine ſolche Kataſtrophe war es, welche nach Erhebung des Jura unſre ganze Erdoberfläche von den Polen bis zum Mittelmeere mit Eis bedeckte. Die Alpen erhoben ſich unter der Eisdecke, die Eisſpiegel ſenkten ſich und pfeilſchnell glitten die Felsblöcke auf ihnen zum Jura hinab. Unter dem Einfluß einer wärmeren Periode verſchwand die Eisdecke allmählig wieder. Die Gebirgszüge, welche Europa durchkreuzen, wurden Haltpunkte der Eismaſſe, und bald bildeten ſich, während die Ebenen allmählig frei wurden, ebenſo viele Gletſcherſyſteme, als Bergketten vorhanden waren. Auf dieſen Gletſchern wurden die Findlingsblöcke von oben herab bewegt, und man findet ſie deshalb ſtets in ſternförmiger Verbreitung um die Gebirge, von welchen ſie ſtammen, gelagert. Allmählig wurden die niederen, dann auch die höheren Gebirgsketten ganz frei von Gletſchern und endlich blieben nur noch als geringe Reſte der ehemaligen Eiszeit die Gletſcher der Alpen und der wenigen andern ewigen Schnee tragenden Gebirge und der Polargegenden zurück. Dies iſt die Theorie von Agaſſiz, die immer mehr Anhänger

gewinnt, weil durch ſie die Verbreitung der erratiſchen Blöcke und aller dabei beobachteten Erſcheinungen am beſten erklärt wird. Indeß ſind auch gegen ſie manche Einwürfe erhoben worden. Man hat gefunden, daß eine ſolche Herabſtimmung der Temperatur, wie ſie zur Erzeugung ſo ausgedehnter Gletſcher nöthig war, in ſchreiendem Widerſpruche ſtehe mit den Thatſachen, welche uns in jener Periode ein tropiſches Klima in der Schweiz und ſelbſt unſerm nördlichen Deutſchland erkennen laſſen, wo Palmen wuchſen und Muſcheln der Tropengegenden lebten. Der Kontraſt iſt grell; aber dennoch ſcheinen Erſcheinungen für die Exiſtenz eines ſolchen kälteren Klimas zur Zeit der erratiſchen Epoche zu ſprechen. Gelten nun einmal die Thatſachen in den Naturwiſſenſchaften als einziger Prüfſtein, ſo müſſen auch die erratiſchen Erſcheinungen, ſo lange ſie nur mit den jetzt an den Gletſchern beobachteten Thatſachen übereinſtimmen, aus gleichen Urſachen begriffen werden. Wenn man einſt andere Kräfte aufgefunden haben wird, welche ebenfalls Rundhöcker, Schliffflächen und Streifen, gefurchte Gerölle und Findlingsblöcke in Gemeinſchaft erzeugen, erſt dann können jene Gletſcher der Vorwelt mit Recht in Frage geſtellt werden. Bis dahin drängt ſich uns gewaltſam der Schluß auf, daß einſt durch eine ſehr lange Periode Großbritannien großentheils und Skandinavien gänzlich von Gletſchern bedeckt war, die bis ins Meer hinabſtiegen, und daß die erratiſchen Ebenen von Deutſchland, Rußland und Sibirien von einem Polar-

meere bedeckt waren, auf deſſen Grunde die Sand- und Kiesmaſſen ſich ſchichteten, und die Eisflöße mit ihren Findlingen ſtrandeten. Der Boden dieſes alten Polarmeeres hob ſich allmählig empor, und von dem weiten Ocean, welcher die Nordſee mit dem weißen Meere verband und Skandinavien als Inſel umfluthete, wie Spitzbergen jetzt vom Eismeere umfluthet iſt, blieb uns nur die Oſtſee übrig. Noch jetzt dauert dieſe allmählige Erhebung des Bodens in Schweden fort, wie mit völliger Beſtimmtheit in hiſtoriſcher Zeit nachgewieſen iſt. Es iſt die letzte Regung jener Zeit, welche die Geburt der Gegenwart einleitete und in ihren Trümmern uns die Großartigkeit ihres Schaffens und Zerſtörens ahnen läßt.

So einfach und natürlich die Gletſchertheorie iſt, ſo darf ſich nimmer die Naturforſchung verleiten laſſen, die Einfachheit ihrer Vorſtellungen und Schlüſſe auf die bunte Mannigfaltigkeit der Natur übertragen, die geheimnißvolle Meiſterin aus einem ihrer Werke in ihrer ganzen reichen Thätigkeit begreifen zn wollen. Das hieße die Natur conſtruiren. Unleugbar waren es Gletſcher, welche zahlloſen Findlingsblöcken ihren Urſprung gaben; aber andere tragen ein ganz anderes Gepräge. Die Blöcke des Aarthals haben nichts von der eigenthümlichen Moränenbildung an ſich, und an zahlreichen Orten finden ſich abgerundete von geſchichteten Kiesmaſſen umſchloſſne Blöcke, welche offenbar von Strömen gerollt und abgeſetzt wurden. Am ſchwierigſten aber läßt ſich die erſte Urſache jener Vereiſung und

Vergletſcherung, die plötzliche Erſtarrung, der Wechſel von Wärme und Kälte, von Leben und Tod auf der Erdoberfläche begreifen. Der Einfluß der innern Erdwärme iſt zu unbedeutend, die Wärme unſrer Atmoſphäre und unſres Bodens iſt faſt ausſchließlich Wirkung der Sonne. Man müßte daher einen Wechſel in der Stärke der Sonnenwärme nachweiſen, eine Aufgabe, welche die größten Aſtronomen vergebens zu löſen verſuchten; und ſelbſt dann noch würde die plötzliche Vereiſung, der plötzliche Untergang der ganzen organiſchen Natur ein ungelöſtes Räthſel bleiben. Deſſenungeachtet haben ältere und neuere Forſcher die Tiefen der Aſtronomie zur Begründung ihrer Anſichten erſchöpft. Schon Wrede nahm im J. 1804 in der Verlegenheit, das nöthige Meereswaſſer herbeizuſchaffen, welches im Verein mit dem atmoſphäriſchen unſer Diluvium gebildet haben ſollte, ſeine Zuflucht zu einem veränderlichen, excentriſchen Schwerpunkt der Erde. In neuerer Zeit folgte ihm ein franzöſiſcher Gelehrter, Adhemar, welcher den Urſprung jener Eismaſſen in urſächlichen Zuſammenhang mit der langſam fortſchreitenden Drehung der großen Axe unſrer Erdbahn und der dadurch bewirkten Veränderung im Verhältniß unſrer Jahreszeiten brachte, und daraus ſelbſt eine unheilvolle Zukunft für das Menſchengeſchlecht prophezeihte. Der Cyclus jener Drehung beträgt 21000 Jahre. In der einen Hälfte verlängern ſich die beiden warmen Jahreszeiten beſtändig, während die beiden kürzeren abnehmen. Die größeſte Ausdehnung erreichten unſer nördlicher Frühling

und Sommer im J. 1248 zur Zeit Friedrich II., seitdem nehmen ſie wieder ab. Dies geht fort bis zum J. 11784 unſrer Zeitrechnung, wo Herbſt und Winter ihre größte Länge erreicht haben, wie ſie ſelbe ſchon 9252 Jahre v. Chr. beſaßen. Dieſe Verhältniſſe der großen Axe der Erdbahn benutzt Adhemar zur Erklärung jener ungeheuren Eisdecke, für deren einſtiges Daſein ſo viele Thatſachen zu ſprechen ſcheinen. Gegen die bisher allgemein gültige Anſicht, daß die größere Sonnennähe, in welcher ſich die Erde während der überwiegend warmen Jahreszeiten der Südhemiſphäre befindet, die längere Dauer derſelben für den Norden durch einen größeren Wärmegrad ausgleichen müſſe, wendet Adhemar ein, daß es nicht ſowohl auf die Menge der Wärme ankomme, welche die Erde empfange, als auf die, welche ihr verbleibe. Die ſüdliche Polarzone aber hat, wie die nördliche, während des Winters längere Nächte, und überdies gegenwärtig eine längere Dauer des Winters; daraus folgt für ſie natürlich eine größere Zahl von Nachtſtunden, als für die nördliche. Jene ſtrahlt daher in den längeren Nächten mehr Wärme aus, kühlt ſich ſtärker ab, hat alſo nothwendig eine niedrigere mittlere Temperatur, als die nördliche. Deshalb bildet auch das ſüdliche Polarmeer gegenwärtig wegen der längeren Winternächte eine größere Eismaſſe, als das nördliche. Dauert dieſer Unterſchied mehrere Jahrtauſende fort, ſo wird er allmählig ſehr bedeutend werden. In der That lehrt die Beobachtung, daß ſich die ſüdliche Eiszone über zwölf

Breitengrade weiter vom Südpol erſtreckt, als die nördliche vom Nordpol, und daß das Südpolareis viel dicker iſt, als das Nordpolareis. Eine ſo bedeutende Ungleichheit der Eismaſſen an beiden Polen, meint nun Adhemar, müſſe auch das Gleichgewicht zwiſchen ihnen ſtören und den Schwerpunkt aus dem Centrum der größern Maſſe nähern, ſo daß er ſich jetzt vielleicht ſchon auf der Südſeite des Aequators befinde. Eine weitere Folge werde ſein, daß ſich das Waſſer des Oceans von der Seite der geringern Eismaſſe gegen die der größern und nach dem Schwerpunkt hinziehe, ſo daß es das Land in der Nähe jener trocken lege und in der Nähe der größern Eismaſſe überſchwemme. Daher komme es, daß jetzt der Nordpol faſt überall von Land umgeben ſei, während ſich die Kontinente gegen den Südpol, wo das Meer tiefer iſt, pyramidal zuſpitzen. Nach dem Jahre 6500, wo die nördlichen Winter anfangen den Sommer zu überwiegen, vergrößert ſich das Nordpolareis, das ſchon jetzt langſam wachſend zunehmen ſoll, immer mehr, während das Südpolareis anfängt zu erweichen und abzuſchmelzen. Beim höchſten Grad der Erweichung trete dann nach dieſer Hypotheſe ein Eisgang ein, der Schwerpunkt gehe auf die nördliche Seite über, die Waſſer des Südpols ſtürzen gegen den Nordpol, bedecken das ihn umgebende Land unter ihren Fluthen und hüllen die vom trocknen Lande gegen den Pol hin geſpülten organiſchen Geſchöpfe in die Eismaſſen ein. Eine ſolche Fluth wird alſo ſchon nach dem Jahre 6500 eintreten, wie ſie ſich

auch um 9250 v. Chr. ereignete, wo nach Agaſſiz jene ungeheure Eiskruſte die ganze nördliche Halbkugel bedeckte. Das iſt die für die künftigen Geſchicke der Menſchheit ſo troſtloſe, und ſich doch durch mathematiſche Schärfe ſo glaubwürdig hinſtellende Hypotheſe Adhemars. Glücklicher Weiſe ſteht aber auch ſie nicht über gerechte Zweifel erhaben. Ein Sphäroid, wie unſre Erde verändert nicht ſo leicht ſeine Axenſtellung und ſeinen Schwerpunkt. Sollte ein ſo bedeutendes Phänomen erzeugt werden, ſo müßte das Uebergewicht der einen Eismaſſe über die andere dem Gewichte des ganzen Himalaya gleichkommen. Ueberdies fällt die größte Kälte keineswegs auf die aſtronomiſchen Pole ſelbſt, ſondern in deren Nähe auf die Kältepole. Dort alſo muß ſich das meiſte Eis befinden, und der Schwerpunkt kann mithin nicht in der Richtung der Erdaxe, ſondern nur in der der Kältepole verrückt werden. Dadurch aber würde eine Aenderung der Rotationsaxe herbeigeführt, die von der Aſtronomie als unmöglich zurückgewieſen wird. Daß klimatiſche Veränderungen aus den die Stellung der Apſidenlinien verändernden Störungen hervorgehen, kann nicht geleugnet werden, aber ſchwerlich ſolche, welche die mittlere Wärme eines Orts um mehr als $^1/_2$ ° ändern. Auch jene plötzliche Waſſerverſetzung von einem Pole zum andern iſt nur denkbar bei einem plötzlich eintretenden Eisgange, nicht aber bei einem langſamen Abſchmelzen des Eiſes, wie es die ſo langſam veränderte Stellung der Apſidienlinie mit ſich führt. Selbſt das ſcheint zweifelhaft,

daß ſich bereits jetzt der Schwerpunkt auf der Südſeite des Aequators befinde, denn ſchon jetzt müßten die Gewäſſer der nördlichen Meere in einer Strömung nach dem Südpol begriffen ſein, deren Spuren uns doch das Sinken des Meeresſpiegels an den europäiſchen Küſten erkennen laſſen würde. Trat überhaupt eine ſolche Eisfluth vor der jetzigen Epoche ein, ſo hätte ſie nach dieſer Hypotheſe offenbar ihre Richtung von Norden nach Süden nehmen müſſen, und doch machen es alle geologiſchen Erſcheinungen viel wahrſcheinlicher, daß das Waſſer, welches die Elephanten in die nördlichen Eismaſſen einhüllte, gegen Norden gefloſſen ſei. Das Gewagteſte aber würde es ſein, aus dieſer zwiſchen 10500 Jahren ſchwankenden periodiſchen Waſſerverſetzung von einem Pole zum andern die früheren neptuniſchen Niederſchläge ableiten zu wollen. Fluthen haben unſtreitig unſrer Erdoberfläche ihre letzte Geſtaltung gegeben, aber ſie waren nur die Thränenfluthen, welche den Wuthausbrüchen des plutoniſchen Erdinnern folgten. Nicht die Waſſerwogen und die Eisberge Adhemars drohen der europäiſchen Kultur und den Künſten des Friedens, an denen Jahrtauſende gearbeitet, den Untergang; nur die plutoniſchen Gewalten der Tiefe grollen der gegenwärtigen Ordnung der Dinge und mahnen den in Träume der Sicherheit gewiegten Erdbewohner an die Lebenskraft unter ſeinen Füßen, welche nie zu ſchaffen und zu geſtalten ruhen wird.

Noch iſt es nicht gelungen, die räthſelhafte Erſcheinung der erratiſchen Blöcke, die eine ſo weit ver-

breitete iſt, unter einen allgemeinen Geſichtspunkt zu bringen und durch eine einfache erſchöpfende Urſache zu erklären. Es iſt ein vergebliches Bemühen. Wer will die erratiſchen Erſcheinungen des Völkerlebens aus gleichem Urſprung herleiten? Wohl ſehen wir ein Volk mit dem Fluche der Geſchichte beladen umherirren durch die Länder der Erde, ein Fremdling, ohne Vaterland, ohne Heimath. Eine furchtbare Kataſtrophe zerſtreute es in die Welt, weil es ſeinen Gott und ſein Recht verkauft hatte. Aber wir ſehen auch ein andres Volk heimathlos in weite Fernen zerſtreut, das deutſche Volk als Fremdling auf fremdem Boden. Kein plötzliches Strafgericht zerſtiebte es in die Winde, ſeine Söhne verzagten in den Zeiten der Trübſal, ſie ſuchten ein Vaterland, weil ſie die Freiheit ſuchten. So rufen mannigfache Urſachen gleiche Geſchicke, gleiche Erſcheinungen im Völkerleben hervor. So ſchaffen auch verſchiedene Urſachen gleiche Wirkungen im Leben der Natur. Jene erratiſchen Blöcke der Alpengegenden und der nordiſchen Ebenen ſind das gemeinſame Erzeugniß zahlreicher Kräfte der von unten herauf die feſte Erdrinde zerſprengenden plutoniſchen Gewalten, wie der ſturmbewegten Meereswogen und der aus den Höhen niederſtürzenden Ströme, der ſtrandenden Eisſchollen, wie der langſam niedergleitenden Gletſcher.

3) Die Wirkungen der organiſchen Kräfte.

Gewaltig erſchüttern die Feuermächte aus dem Schooße der Erde heraus ihre Rinde, krümmen ſie gleich einer dünnen Schlackendecke in Falten, treiben ſie blaſig auf, durchbrechen ſie und überſchütten ſie mit ihren glühenden Maſſen. Waſſerfluthen nagen an den Umriſſen der Feſtländer, zerſtören Küſten, durchwühlen Felſen, verſchlingen Inſeln und Berge, oder bauen neue Länder und ſetzen ihrer eignen Zerſtörungswuth mächtige Dämme entgegen. Selbſt das kalte Reich des Todes, die ſtarre Natur des Eiſes zerſtört und baut, und wird zum Boten und Träger der Geſteine in ferne Länder. Aber auch die organiſche Welt ſchaart ſich zum Baue des Erdballs zuſammen, und die Blätter der Erde tragen nicht bloß rohe Maſſen, mechaniſch zuſammengefügt, nicht bloß Leichen früherer Schöpfungen in ſtarre Gräber gehüllt, ſie tragen auch lebendige Schöpfer der Gegenwart, eine regſame Welt von Weſen, berufen wie es ſcheint, das lebendige Kleid der Erde zu weben. Dieſe organiſche Welt, die noch mit den Leibern ihrer Opfer in den Bildungsproceß der Erde wirkend eingreift, iſt vom höchſten Intereſſe für die Geologie. Sie drückt den verſchiedenen Schöpfungsepochen einen beſtimmten lokalen Charakter auf, der um ſo mehr hervortritt, je näher die geologiſche Epoche an die unſrige hinanreicht.

Pflanzen und Thiere geben der Erde wieder, was von ihr genommen ward. Die Pflanzenwelt, dies eigentliche Kind der Erde, ſtrebt aus dem mütterlichen Boden empor in die Lüfte des Himmels, als wollte ſie aus ihnen die zarteren Stoffe herabholen, um die Mutter zu nähren. Wie Fangarme ſtreckt die Erde die Rieſenbäume dem Himmel entgegen, wie Seufzer nach Verklärung entſteigen ihr die Blumen. In der Pflanzenwelt verjüngt ſich die Erde, und ihre todten Ueberreſte ſind die Quellen neuen Lebens. Ueberall, wo Flora's Herrſchaft nicht durch eine ewige Eisdecke ein Ziel geſetzt iſt, bildet ſich die Vegetation ſelbſt den Boden, der ſie trägt und nährt, durch Vermiſchung abgeſtorbener pflanzlicher und thieriſcher Beſtandtheile mit Sand, Geröllen, Geſchieben und erdigen Theilen. Dieſe Acker- oder Dammerde beſteht daher aus den zerſetzten Beſtandtheilen des zertrümmerten und verwitterten Felsbodens, aus dem ſie hervorgegangen, aus Kieſel- und Thonerde, aus Kalk- und Talkerde, aus Ammoniak- und Kaliſalzen, aus Humus und Humusſäure. Der Humus macht gewöhnlich 1 — 10 Procent der fruchtbaren Dammerde aus und bildet ſich unter dem Einfluß von Feuchtigkeit, Luft und Wärme beim Vermodern thieriſcher und vegetabiliſcher Stoffe. Dieſe braune pulverförmige Subſtanz ſaugt ſo begierig Feuchtigkeit ein, daß ſie $^3/_4$ ihres Gewichts Waſſer enthalten kann, ohne naß auszuſehen, und dieſer Waſſergehalt dient beſonders zur Löſung der Nahrungsmittel, welche die Wurzeln der Pflanzen aus dem Boden aufnehmen;

ohne ſie wäre der Boden unfruchtbar. Sand-, Lehm-, Kalk- und Thonboden enthält den ſogenannten milden Humus, der am vortheilhafteſten auf das Wachsthum der Pflanzen einwirkt und am reichſten in den wald- und pflanzenreichen Tropenländern vorkommt, wo er oft mehrere Fuß mächtige Lager bildet. Der ſaure Humusboden enthält freie Humusſäure und iſt am unwirkſamſten gegen Pflanzen. Er findet ſich gewöhnlich an Orten, wo ſich der Humus in großen Maſſen angehäuft hat, wie in Sümpfen und Mooren, und wo, wie in Sandgegenden, die zum Binden der Humusſäure nöthige Kalk- und Thonerde fehlt. Am weiteſten verbreitet iſt er im nördlichen Amerika und Europa, und in der ſibiriſchen Tiefebene, der Tundra, bedeckt er Tauſende von Quadratmeilen. An ihn ſchließt ſich der Haideboden Norddeutſchlands und Nordaſiens an, der ſich aus unſerm Haidekraut (Calluna vulgaris) bildet und wie jener freie Säuren, vorherrſchend aber Kohle und Harze enthält. Gewöhnlich ruht er auf grauweißem Sande, der in größerer Tiefe bald in gelben Sand übergeht, oft aber ſo ſtark eiſenſchüſſig iſt, daß er braunroth erſcheint. Dem norddeutſchen Landmann iſt dieſe Erde als Fuchserde oder Ur bekannt und als völlig todt und unfruchtbar verhaßt. Die Bildung der Dammerde geht ununterbrochen, aber äußerſt langſam vor ſich, und aus der Dammerde, die ſich über Lavaſtrömen am Fuße des Aetna gebildet hatte, ſchließt man, daß zur Erzeugung einer Linien hohen Lage wenigſtens ein Jahrhundert er-

forderlich ſei. Auch der tiefere Untergrund ſcheint auf die Beſchaffenheit der Vegetation einen Zufluß zu haben, wiewohl es von vielen Botanikern beſtritten wird. Der Charakter der Floren ſcheint nicht allein nach der dünnen oberflächlichen Bodendecke, ſondern auch nach dem Untergrunde zu wechſeln. Jene unüberſehbaren Grasflächen der ſüdruſſiſchen und weſtaſiatiſchen Steppen, jene einförmigen Grasmeere der amerikaniſchen Savannen und Llanos ſcheinen die Einförmigkeit ihres Charakters weniger den wechſelnden oberen Schichten als dem tiefliegenden Thon- und Sandboden ihrer Unterlage zu verdanken. Darum gehen die Pampas von Buenos Ayres in nackte Wüſten über, und der öde Wüſtengürtel Afrikas und Aſiens verdankt ſeine todte Natur nicht dem Mangel an Dammerde, ſondern der Unmöglichkeit, ſolche zu bilden. Die größte Aufmerkſamkeit verdient die Torfbildung, welche beſonders in Niederungen, in mulden- und keſſelförmigen Vertiefungen, an den Ufern von Meeren und Seen, überhaupt in Gegenden ſtattfindet, die jährlich längere Zeit unter ſtagnirendem Waſſer ſtehen, oder Moore, Sümpfe und Moräſte bilden. Aber auch auf Gebirgen bildet ſich Torf und nimmt hier nicht ſelten große Flächenräume ein, ſo auf dem Harz, dem Rieſen- und Erzgebirge, in Böhmen und Thüringen, in Irland und dem Schottiſchen Hochland. Oft bedeckt er auch große Seen und Teiche oder bildet ſchwimmende Inſeln. Eine der größten ſchwimmenden Decken trägt wohl der Neuſiedlerſee in Ungarn. Dieſe, dort Hanság genannt, iſt

ein ſchwimmendes Moor, das auf einem Flächenraum von 6 QM. nur Rohr, Schilf, Binſen, wenige Birken und Erlen und ein ſaures Heu hervorbringt. Nur in trocknen Jahren iſt die Heugewinnung möglich, bei naſſer Zeit läßt man das Vieh dort weiden, das oft bis an den halben Leib in Schlamm verſinkt. Es gehört beſondere Geſchicklichkeit dazu, auf dieſer ſchwimmenden und wie Waſſer wogenden Bodendecke zu gehen, deren Dicke nur 2 — 4 Fuß beträgt. — Auch der Torf verdankt ſeinen Urſprung abgeſtorbnen, vermoderten und zerſetzten Pflanzen, deren Formen ſich um ſo weniger im Torfe erkennen laſſen, je weiter die Verweſung vorgeſchritten iſt. Es iſt daher durchaus unwahrſcheinlich, daß der Torf, wie noch Manche annehmen, eine eigenthümliche Mineralbildung, und das häufige Gemenge deſſelben mit Vegetabilien nur zufällig ſei. Vielmehr giebt ihm eine durch Feuchtigkeit beſchränkte und aufgehaltne Verweſung und Verkohlung verſchiedner Sumpfpflanzen, beſonders der Torfmooſe, Wollgräſer, Riedgräſer, Binſen u. a. m. ſeine Entſtehung, wie man es durch künſtliche Nachbildung bewieſen hat Das Abſterben und Verfaulen der untern Theile der Gewächſe liefert die einzelnen Torfſchichten, auf denen eine neue Pflanzendecke emporſchießt, die im Verlauf der Jahre ſich gleichfalls in Torf umwandelt. Die oberſte Decke der Moore bildet der Raſentorf oder Stechtorf, der noch als ein verfilztes Gewebe der torfbildenden Pflanzen erſcheint. Darunter liegt der Moortorf von dunkler Farbe und zu

unterſt der Pechtorf, ein ſchwarzer, dicker Schlamm, in dem ſich gar keine Pflanzenbeſtandtheile mehr finden, die ihre eigenthümliche Structur erhalten hätten, und der, wenn er in Formen gepreßt wird, auch den Namen Baggertorf führt. Nach den Pflanzen, welche den Torf bilden, unterſcheidet man vor allen den Moostorf, welcher durch die eigenthümliche Beſchaffenheit des Sumpfmooſes die Bedingung ſeiner beſtändigen Wiedererzeugung in ſich trägt, während die übrigen Torfarten, welche durch Umwandlung von untergetauchten Wieſen, Schilfgründen u. ſ. w. gebildet wurden und meiſtens in alten Seegründen oder trockengelegten blinden Flußarmen ſich finden, keiner Wiedererzeugung fähig ſind und nach der Ausbeutung ſteril bleiben. Die Streitigkeiten, welche ſich öfters über die Wiedererzeugung des Torfes erhoben haben, beruhten hauptſächlich auf der ungenauen Unterſcheidung der verſchiedenen Torfarten, indem die Anfänge der Wiedererzeugung ſich auf Thatſachen ſtützten, welche den Moostorfen entnommen waren, während ihre Gegner die Beweiſe für ihre Anſicht in Wieſen- und Seetorfen fanden. Alle vegetabiliſche Subſtanz kann unter günſtigen Verhältniſſen bei gehöriger Feuchtigkeit und Druck in Torf übergehen, das ſpätere Fortwuchern und Wiedererzeugen des Torfes iſt aber nur in ſolchen Ablagerungen möglich, welche aus Moostorf gebildet ſind. Für das Wachſen des Torfes ſprechen auch ferner die zahlreichen thieriſchen Ueberreſte, Knochen von Pferden, Hirſchen, Rennthieren, Ochſen und Auerochſen, die man in Torfmooren

findet. In dem oſtfrieſiſchen Torfe fand man ſogar unter Baumſtämmen einen wohlerhaltnen menſchlichen Leichnam in der unverſehrten Tracht eines alten Frieſen. Aehnliches kommt in den engliſchen und iriſchen Mooren vor. Auch Werke von Menſchenhand hat man häufig gefunden. So entdeckte man in der holländiſchen Landſchaft Drenthe unter dem Torfe einen Straßendamm, der 4500 Schritt weit verfolgt wurde, zum deutlichen Beweis der oft weit erſtreckten Bodenerhöhung der Torfmoore durch Nachwachſen derſelben. Zum Brennen wird der Torf auch in unſern Gegenden wohl ſchon ſeit dem 13. Jahrhundert gebraucht, da Urkunden ſeiner erwähnen. Eine kunſtgemäßere Gewinnung ward jedoch erſt im 16. Jahrhundert eingeführt und beſonders durch holländiſche und oſtfrieſiſche Koloniſten gefördert, welche kein anderes Brennmaterial als den Torf kannten und unſre Vorfahren auf dieſen Schatz ihres Bodens aufmerkſam machten. In Irland und auf der baumloſen Inſel Hiddenſee bei Rügen findet wohl die mannigfachſte Benutzung deſſelben ſtatt. Dort dient er ſelbſt als Baumaterial. Freilich können dieſe Bauten keine Paläſte werden, und die armſeligſte Alpenhütte kann keinen traurigern Anblick gewähren als dieſe architectoniſchen Stümpereien, deren krüppelhafte Formen, mit ihren Dächern von Seegras, ihrem Gemäuer von Torf oder Feldſteinen, und ihren kleinen Gucklöchern, die hin und wieder aus gebognen Schiffsfenſtern beſtehen, dieſe Höhlen des grenzenloſeſten Elends, der tiefſten Schmach des Menſchengeſchlechts. —

Ein großartiger Bildungsproceß durch die Vegetation geht in jenen tropiſchen Urwäldern vor, wo noch keine Kultur das Wirken der Natur geſtört hat. Dort wird der Boden von einer ungeheuren Menge abgeſtorbner Baumſtämme, gebrochner und geknickter Aeſte bedeckt, die durch wuchernde Schlingpflanzen und Mooſe in eine feſte Schicht verwebt ſind, die ſich allmählig in eine torfähnliche Subſtanz verwandelt. Wenn gleich dieſer Proceß trotz der Unterſtützung, welche er in der mooſigen Vegetation des Bodens findet, nur langſam fortſchreitet und in Jahrhunderten kaum merkliche Anhäufungen bewirkt, ſo giebt es doch beſondere Zufälle, welche die Schöpfungskraft dieſer Wälder bedeutend erhöhen. In den Tropenregionen iſt es nichts Seltenes, durch heftige Stürme ganze Wälder umgeworfen, Bäume entwurzelt oder zerknickt zu ſehen. Auf den Antillen wurden meilenweite Flächen des herrlichſten Waldes durch ſolche Orkane zerſtört, und Bäche und Flüſſe, angeſchwellt durch Wolkenbrüche und durch die Baumtrümmer aufgeſtaut, überſchwemmten die niedergeſchmetterten Wälder, ihre Bewohner aller Art im Schlamm begrabend. Auf meilenweite Strecken hin wurde das Meer im buchſtäblichen Sinne von den ausgeriſſnen Bäumen überdeckt, und nicht auf dem feſten Lande allein, ſondern ſelbſt auf dem Grunde des Meeres bedeutende Ablagerungen gebildet. Auch Hebungen und Senkungen des Bodens haben an vielen Stellen der europäiſchen Küſten Wälder unter das Niveau des Waſſers getaucht und unter den Aufſchwemmungen

des Strandes begraben. Selbſt die Treibholzflöße, welche von vielen Strömen Amerikas weit in das Meer geführt und vom Golfſtrom fortgetrieben viele nordiſche Küſten, Island, Spitzbergen, Grönland mit Brennmaterial verſorgen, können bedeutende Ablagerungen veranlaſſen. Dieſe untermeeriſchen Waldungen zeigen gewöhnlich zuſammengedrückte, bald ſtehende, bald nach einer Richtung übereinandergeſchichtete Stämme mit Wurzeln, Zweigen und Blättern, die durch Waſſerpflanzen oder Thon- und Sandſchichten zuſammengehalten werden. Oft bieten die Stämme durch langen Aufenthalt unter dem Waſſer eine der Braunkohle ähnliche Beſchaffenheit und ſehr bedeutende Dichtigkeit dar, und es bedarf nur der Hinweiſung auf die Zuſammenſetzung unſrer Braunkohlenlager aus übereinandergeworfenen, zuſammengedrückten Baumſtämmen, um zu zeigen, daß bei der Bildung dieſer Braunkohlenlager ähnliche Phänomene im Spiele waren. Die gewaltigen Tannen- und Fichtenſtämme, welche unter dem Boden der Baltiſchen Ebenen lagern, ſind ſprechende Zeugen für die Theilnahme dieſer lebendigen Natur an der Geſchichte unſrer Vorzeit. —

Wie die Pflanzenwelt, ſo baut auch die Thierwelt ihre Lager und Berge auf. Das größte Intereſſe erregen durch ihre Großartigkeit die Bauten der Korallenpolypen, die Korallenriffe und Madreporeninſeln. Dieſe zarten Bewohner der Meere erinnern durch Mannigfaltigkeit der Farben und Geſtalten an die bunteſten und blumenreichſten Wieſen. Bald rindenartigen Fels-

überzügen gleichend, wie Eschara und Astraea, bald äſtigen, ſtrauchartigen Gewächſen, wie Madrepora, bald als kugelige Maſſen, wie Porites, oder in pilz- und becherähnlichen Formen erſcheinend, wie die Fungia, bildet der kalkige Rückſtand des Familienſtocks nach ihrem Tode oft einen Rieſenbau, an welchem Millionen von Individuen, beſtändig ſich auseinander entwickelnd, gebaut haben. Ein feſter Grund von Fels oder Muſcheln iſt die Bedingung ihrer Thätigkeit, und Licht der unentbehrliche Reiz ihres Lebens. Niemals gedeihen ſie in trübem Waſſer, und nie ſteigen lebende Stämme in größere Tiefen als 20—30 Faden hinab. Deshalb entſtehen die meiſten Riffe an ſeichten Küſten als Strandriffe, in unmittelbarer Nähe oder in weiterer Entfernung. Allmählig erhebt ſich das Riff an die Oberfläche des Waſſers, dann arbeiten die Thiere nicht weiter aufwärts, denn ſie können nicht über dem Waſſer leben. Das Meer brandet gegen den ihm entgegengeſtellten Damm, welcher ſich noch durch Breite zu vergrößern ſucht, zertrümmert ſeinen Rand und ſchleudert große Blöcke und kleinere Trümmer auf die Oberfläche des Riffs zuſammen. Stürme wühlen Sand und Schlamm, zerriebene Muſchelſchaalen, Fiſchknochen und Brocken von andern Seethiergehäuſen vom Meeresgrunde auf, und werfen ſie nebſt Tang in die Zwiſchenräume der Blöcke, welche dadurch in ihrer aufgehäuften Lage verbunden und befeſtigt werden. Das Ganze verkittet ſich unter dem Einfluſſe der brennendheißen Sonne zu einer feſten Maſſe, und ſo erheben

ſich an einzelnen Stellen über dem Riff niedrige Inſelſtücke, wie ſie der Zufall zuſammenführte. Hat ſich eine ſolche Inſel hinlänglich vergrößert, ſo ſiedeln ſich auch organiſche Weſen auf ihrer Oberfläche an, Seegewächſe faſſen Wurzel auf ihr, das Waſſer wirft die in ihm umherſchwimmenden Pflanzenſaamen, die lange keimfähig ſind, und Baumſtämme an die Küſten, deren viele, beſonders die Kokuspalme, Brodbaum, Piſang, wieder zu keimen beginnen, und die nackten, blendendweißen Koralleninſeln mit ihrem wohlthätigen Grün bekleiden. Mit ihnen kommen kleine Thiere, Eidechſen, Inſekten hinübergeſchwommen, Landvögel, vom Sturm verſchlagen, und Seevögel niſten am Strande, und jede hohe Fluth bringt neuen Zuwachs. Spät, wenn die Schöpfung längſt vollendet, kommt auch der Menſch, ſchlägt ſeine Hütte auf der fruchtbaren Erde auf, welche durch Verweſung der Baumblätter entſtanden iſt, und nennt ſich nun Herr und Beſitzer der neuen Welt.

In dieſer Ausbildung der Koralleninſeln zeigt ſich ein merkwürdiger Zug der Geſetzmäßigkeit. Mitten in der Brandung, im ſturmbewegten Waſſer, der herrſchenden Windrichtung entgegen beginnt und ſchreitet der Inſelbau dieſer Thiere am kräftigſten fort. Es iſt eine allgemeine Thatſache, daß in der Tropenzone des großen Oceans, die unter dem Einfluſſe der Paſſatwinde liegt, die Oſtſeiten der Korallenriffe ſtets am höchſten liegen, und ſo einen ſcheinbar nur halb vollendeten Ring bilden. Wie eine Kunſtſtraße ragt das die Inſeln verbindende Riff zur Zeit der Ebbe aus

dem Meere hervor. Auf der Weſtſeite dagegen bleibt der Korallenbau oft noch ganz unter dem Waſſer verborgen. Iſt aber der Bau weiter vorgeſchritten, ſo trennt das neue Riff eine mehr oder minder geſchloſſne Lagune von der Waſſermaſſe des Oceans. Dieſe Lagune nimmt an den Bewegungen des Meeres nicht Theil, ſie iſt ſtill und ſpiegelglatt, während auswärts des Ringes die Brandung anſchlägt, und um ſo mehr, als ſie windwärts durch die neuemporgeſtiegene Reihe mit Wald bedeckter Inſeln geſchützt wird. An dieſem friedlicheren Ufer der niedrigen Inſeln ſetzen ſich daher auch vorzugsweiſe die Menſchen feſt, und hier wuchern die zarteren Korallenthiere, welchen der Andrang der Wogen ſich nicht zu entwickeln geſtattet. Das Innere dieſer Lagune eignet ſich daher auch beſonders, den Schiffen als ſichre Ankerplätze, als Schutzhäfen bei Stürmen zu dienen. Im Zuſtande der vollkommenſten Ausbildung geht aber den Koralleninſeln auch dieſe charakteriſtiſche Lagunenbildung ab, indem das ſturmgeſchützte innere Becken durch das geſchäftige Fortbauen der Korallenthiere allmählig erfüllt wird; und ſo ſehen wir zuletzt eine einzige Inſel als niedere ebne Fläche ſich bilden, welche in ihrer Mitte eine ſchmale, mit Regenwaſſer erfüllte Senkung hat. Da ſolche Inſeln aber kaum 2 — 3 Fuß über den hohen Waſſerſtand des Meeres vorragen, ſo ſind ihre Bewohner leicht großer Gefahr ausgeſetzt, wenn die Fluth ungewöhnlich hoch ſteigt. Darum iſt ihre Bevölkerung gewöhnlich ſehr ſchwach und armſelig.

Die Geſtalten der Korallenbauten ſind oft eigenthümliche. Bald umgeben mauerähnliche, jäh abſtürzende Riffe Küſten und Inſeln, bald verräth nur die ſchäumende Brandung ihr Daſein unter den Wellen. Bald erheben ſich die Inſeln hoch in die Luft, wie Taiti und Maurua, bald ſteigen nur aus dem Innern kreisförmiger Dammriffe kleine Inſeln und Klippen auf, wie auf Bolabola und der Gambierinſel. Oft ragen die Inſeln nur zur Ebbezeit aus den Meeresfluthen empor, oder werden doch von den ſturmbewegten Wogen überſchwemmt, wie die Inſeln des niedrigen Archipels, die Malediven, Laccadiven u. a. Bald kreisrund, bald hufeiſenförmig, bald langgeſtreckt, verrathen ſie ſchon in ihren Umriſſen den Urſprung.

Die verſchiedenen Stufen in der Entwicklung dieſer Inſeln machen es der Beobachtung möglich, den Vorgang bei ihrer Bildung zu erkennen. Das Fortwachſen der Korallengehäuſe geht mit einer außerordentlichen Langſamkeit vor ſich, und faſt nie iſt unter unſern Augen eine Koralleninſel aus einem Zuſtande der Ausbildung in den andern übergetreten. Jahrtauſende ſind dazu erforderlich. Hat doch die Natur zu ihren Bildungen Zeit genug zu verwenden! Seit 67 Jahren iſt die Tiefe über den Korallenriffen von Taiti unverändert geblieben, und ſeit 200 Jahren haben die Riffe des rothen Meeres mindeſtens nicht zugenommen. Nur an den Felſen von Isle de France ſetzen die Korallen jährlich neue Ländermaſſen an, und Inſeln erheben ſich über den Spiegel des Meeres und wachſen

ſichtlich. Auch in den Kanälen der Malediven ſind die Bewohner fortwährend genöthigt, die Korallenſtämme zu zerſtören, damit die Schifffahrt nicht gehemmt werde.

Was iſt aber die Urſache jener Regelmäßigkeit in dem Bau der Koralleninſeln? Forſter erblickte darin den Ausdruck eines Naturtriebes, durch welchen in einem von regelmäßigen Winden bewegten Meere die Korallenthierchen ihre Behauſung vor den Wirkungen der Stürme zu ſichern ſtreben. Allein die Annahme, daß Millionen von Thierchen, die auf einer ſo niedrigen Stufe der Organiſation ſtehen, nach einem gemeinſamen, tiefeingreifenden Plane bauen, iſt um ſo unwahrſcheinlicher, da dieſelben Thierchen in der Nähe von Küſten Riffe bauen, wo ſie dieſen Grundſatz nicht befolgen. Der Umſtand, daß der Ocean an den äußern Seiten dieſer Inſeln und Gruppen unergründliche Tiefe zeigt, aus welchen der Korallenbau faſt ſenkrecht emporzuſteigen ſcheint, hat auf eine naturgemäßere Anſicht von der Thätigkeit dieſer Thierchen geführt. Zwar nahm man grade deshalb früher an, daß die Madreporen aus den größten Tiefen heraufbauen, und man betrachtete mit Bewunderung den erſtaunenswerthen Bau dieſer kleinen Lebenswelt. Allein aus neuern Beobachtungen geht hervor, daß beſonders die lebhaft gefärbten Thiere zur Erlangung ihrer Farben des Lichts bedürfen, woraus folgt, daß ſie ihren Bau in keinen großen Tiefen anfangen konnten, daß vielmehr an den Stellen, wo jetzt Koralleninſeln ſind, ſchon vor Anfang ihrer Bildung Untiefen im Ocean ſein mußten. Dieſe

Untiefen und Erhöhungen müſſen aber eine eigenthümliche Beſchaffenheit haben, aus großer Tiefe ſteil bis zu einer Höhe emporſteigen, wo die Madreporen ihre Thätigkeit beginnen können. Berückſichtigt man nun, daß jene Zone des großen Oceans, wo Koralleninſeln erſcheinen, zwiſchen ihnen viele, theils thätige, theils erloſchene Vulkane enthält, daß bei mehreren Koralleninſeln unter ihrer Maſſe ruhendes Baſaltgeſtein wahrgenommen wurde, und daß viele dieſer Inſeln oft von Erdbeben erſchüttert werden, ſo liegt die Vermuthung nahe, daß jene Untiefen kaum etwas anders ſein können, als alte Krater. Daraus läßt ſich die kreisförmige Bildung der Riffe, Inſeln und Inſelgruppen der Korallen ſehr einfach erklären, und ſie liefern uns zugleich einen nicht unerheblichen Beitrag zur Kenntniß des Meeresgrundes. Auch der Umſtand, daß die Korallenringe in gewiſſen auffallend ſcharf angedeuteten Linien hinter einander liegen, ſcheint ebenfalls für dieſe Anſicht zu ſprechen; denn ſo pflegen auch die Reihen der auf einer und derſelben großen Hauptſpalte ſtehenden Vulkaninſeln zu liegen. Gewöhnlich beziehen ſich dieſe Linien entweder gradezu auf einen großen in der Nähe liegenden Vulkan, wie um Taiti, Hawai und Terra del Spirito ſanto, wo dieſe Ringe die kleinen Ausbruchskegel an den Abhängen darſtellen; oder ſie bilden auch wohl eine Reihe ſelbſtſtändiger größerer Vulkane, wie in der Inſelgruppe der Malediven, die aus einer Kette meiſt länglicher Korallenringe von höchſtens 9—10 Meilen Durchmeſſer, Lagunen umſchlie-

ßend, beſtehen. Dieſe Inſelreihe hat eine Längenausdehnung von 180 Meilen und wird im Norden noch um 60 Meilen durch die ähnliche Kette der Laccadiven, wie im Süden 120 Meilen weit durch die Chagosinſeln, welche wegen ihrer Hufeiſenform den Seefahrern die vorzüglichſten Schutzhäfen darbieten, fortgeſetzt. — So räthſelhaft noch die Erſcheinung dieſer Korallenbauten ſein mag, ſo wenig wir dieſe ſchöpferiſche Thätigkeit der Natur in ihrem jugendlichen Alter aus der Jetztzeit zu begreifen vermögen, ſo können wir doch ihr Daſein nicht leugnen. Weit ältere Gebilde unſeres Europäiſchen Feſtlandes liefern uns ſelbſt Beweiſe einer ſolchen Schöpfung. Der Korallenfels Englands, die auffallenden Kalkſteinwälle des Oberrheins und ſelbſt die dammartigen Wallgebirge des Jura ſcheinen dafür zu ſprechen, daß auch in den Urmeeren Europas Thiere lebten, welche Riffe und Inſeln bauten, die jetzt als Gebirge ein Schmuck der Ebenen geworden ſind.

Auch andere Bewohner des Meeres bauen mit ihren Leichen gewaltige Lager, die bei gründlicheren Forſchungen bedeutungsvoll für die Geologie werden können, da ſie älterer und neuerer Zeit angehören. Es ſind die Muſchelbänke, welche von Auſtern, Kamm- und Herzmuſcheln gebildet werden, die ſich truppweiſe auf felſigem Grunde oder auf vorragenden Klippen im Meeresboden anſiedeln. Mit einer Schale an den Boden geheftet, thürmen ſich dieſe Thiere reihenweiſe übereinander, ſtören einander wechſelſeitig in ihrer Ausbildung und bilden ſo dichtgedrängte Haufen, zwiſchen

denen eine Menge andrer, meiſt den Bewohnern feindlicher Meerthiere, Anneliden, Seeigel, Seeſterne, zahlreiche Mollusken und Fiſche ſich aufhalten und dort ihre Gehäuſe niederlegen. Durch Entwicklung dieſer feindlichen Paraſiten und durch Anhäufung todter Schalen und Bruchſtücke auf der Muſchelbank ſtirbt dieſe aus, oft mit ihren Verderbern, und ihre Trümmer bilden auf dem Meeresgrunde den Boden für den Abſatz neuer Schichten und den Grund für die Anſiedlung neuer Geſchlechter. So findet eine beſtändige Wechſelwirthſchaft auf dem Boden des Meeres ſtatt. Schichten wechſeln mit einander, die durch die Verſchiedenheit des Materials, aus dem ſie gebaut wurden, und der organiſchen Einſchlüſſe, die ſie enthalten, von eben ſo vielen Todeskämpfen der unterſeeiſchen Lebenswelt erzählen.

So ſehen wir unter unſern Augen das Reich des Lebens ſchaffen und aus Grabſtätten ein Paradies bauen, ſehen das Pflanzenreich den Boden mit fruchtbarer Decke überziehen, Sümpfe und Moräſte mit Torflagern erfüllen, ſehen das Thierreich zahlloſe Inſeln auf vulkaniſchen Klippen, erloſchenen Kratern erheben, welche eine üppige Vegetation zum behaglichen Wohnplatz des Menſchen umwandelt. Aber keine Schöpfung der Gegenwart erregt durch die außerordentliche Kleinheit ihrer Baumeiſter und die ungeheure Größe und Maſſenhaftigkeit ihrer Werke mit mehr Recht Staunen und Bewunderung über die allmächtige und unbegreifliche Lebenskraft der Natur, als das

lange überſehne, mikroskopiſche Leben der Infuſorien und Stäbchenpflanzen, welches Erd- und Steinſchichten geſchaffen und ſeine raſtloſe Thätigkeit von den älteſten Zeiten der Erde bis auf unſre Tage fortgeſetzt hat. Die wahrhafte Unermeßlichkeit dieſer zahlreichſten aller Geſchöpfe, und der große Antheil, der ihnen an der jetzigen Beſchaffenheit und Geſtaltung der Erdrinde zukommt, iſt erſt in neueſter Zeit durch die Entdeckungen Ehrenbergs offenbar geworden. Von der Kleinheit vieler dieſer Pflanzen und Thiere kann man ſich kaum eine Vorſtellung machen, wenn man weiß, daß die Punktmonade nur $^1/_{2000}$ Linie groß iſt. Thut man ein Stückchen Fleiſch oder Pilz in Waſſer, ſo vermehrt ſich dieſe Monade, wenn auch nur ein Individuum darin war, in wenigen Stunden zu einer ſo unzähligen Nachkommenſchaft, daß in einem einzigen Tropfen über 1000 Millionen enthalten ſind. Zwar giebt es auch größere Infuſorien, ſolche, die ein ſchärferes Auge ſelbſt ohne Vergrößerung wahrnimmt; aber warum ſoll es nicht auch in dieſer mikroskopiſchen Welt Größenunterſchiede geben? Hat doch die Natur auch die Maus und den Elephanten, den Häring und den Wallfiſch, den Grashalm und die Palme nebeneinander geſchaffen? Viele dieſer Weſen beſitzen eine ſo bedeutende Lebenskraft, daß ſie ſich mehrere Jahre im Zuſtande der Erſtarrung und des Scheintodes befinden können, ohne darum wirklich todt zu ſein; denn wenn man ihnen die Feuchtigkeit ſo weit entzieht, daß ſie vollkommen trocken erſcheinen und nicht

die mindeſte Bewegung mehr äußern, ſo kann man ſie nach Jahren durch einen Tropfen Waſſer wieder zum Leben erwecken, und ihnen ihre ganze frühere Fülle und Regſamkeit zurück geben. Manche ertragen auch eine beträchtliche Hitze und leben in heißen Quellen von 40° R., können ſogar eine Zeitlang die Siedhitze des Waſſers aushalten. Andre dagegen ertragen eine Kälte bis zu 20° und frieren ein, ohne zu ſterben. Darum vermögen ſie auch in Tiefen der Erde zu exiſtiren, wo man kaum die Möglichkeit organiſchen Lebens erwarten ſollte. Vulkaniſche Aſchen und Bimsſteine, Porphyre und Porzellanerden ſind oft in ihrer ganzen Maſſe aus unſichtbar kleinen Organismen gebildet. In den friſchen vulkaniſchen Schlammauswürfen bei Quito, die aus unbekannter, wie es ſchien, ſehr beträchtlicher Tiefe kamen, fand Humboldt vollkommen deutlich erkennbare organiſche Gebilde, welche zugleich Beſtandtheile berghoher vulkaniſch hervorgetriebener Maſſen waren, und an dieſe Thatſachen haben ſich neuerdings mannigfache Ereigniſſe angereiht, aus denen hervorgeht, daß auch da Lebensſpuren ſich zeigen, wo man ſie am wenigſten zu finden meint. Noch vor wenigen Jahren hielten ſelbſt Naturforſcher alle dieſe unendlich kleinen Weſen für Thiere und faßten ſie unter dem Namen Infuſorien zuſammen. Erſt dem verſchärften Forſcherauge iſt es gelungen, auch hier an den äußerſten Grenzen Thier- und Pflanzenleben zu ſcheiden und die Abweſenheit der thieriſchen Organe ſelbſt in der einfachen Zelle zum entſcheiden-

den Merkmal zu machen. Es giebt jetzt keine Infuſorien mit Kieſelpanzern mehr; dieſe ſind zu Pflanzen geworden, die man Stäbchenpflanzen nennt, und denen die Aufnahme von Kieſelerde in um ſo höherem Grade eigenthümlich zu ſein ſcheint, je tiefer ſie ſtehen. In den ſeltſamſten Geſtalten, ſtäbchen- und tafelförmig, vielkantig und gekrümmt, bedecken dieſe kleinen Pflanzen Seen und Moräſte, oft einen prächtig gefärbten Schaum bildend, den man das Blühen der Seen nennt. Ihr durchſichtiges Innere zeigt zahlloſe Pünktchen buntgefärbter Kügelchen, die ſich von Zeit zu Zeit losstrennen, um neuen Pflanzen ihr Daſein zu geben. Gerade ſie beſitzen die ungeheuerſte Vermehrungskraft, da ein einzelnes Individuum in 24 Stunden eine Nachkommenſchaft von 16 Millionen erzeugen kann. Ihre Kieſelſchalen bilden häufig den Bodenſatz gewiſſer Mineralwaſſer, den Eiſenocker, den Kieſelguhr und ähnliche Mineralien. Ihre Anhäufungen, beſonders in den erſt in jüngerer Zeit aus Teichen, Flüſſen und Landſeen abgeſetzten Geſteinſchichten, bilden oft Lager und Berge von ungeheurer Mächtigkeit. Die knolligen Feuerſteine, welche oft in der Kreide eingeſchloſſen ſind, erſcheinen aus den Kieſelgerüſten dieſer Pflanzen zuſammengeſetzt. Die Tripelerde, das Bergmehl von Bagnola in Toskana, die Opale und Polirſchiefer von Bilin in Böhmen, vom Habichtswald bei Kaſſel, von Nordamerika, die oft meilenweit 14 bis 15 Fuß mächtige Lager bilden, ſind nichts weiter als die Ueberreſte dieſer abgeſtorbnen Pflanzenwelt.

Hierher gehören auch das Bergmehl in Lappland und der eßbare Thon im Gebiete des Amazonenſtroms, welche eine ſättigende und nährende Eigenſchaft beſitzen und daher in Zeiten des Mißwachſes unter dem Brod verbacken werden. Dieſe organiſchen Erdlager treten bald als ganz lockere, mehlige, bald als papierähnliche oder kohlenartige Maſſen auf; andre ſind ſchieferige oder dichte, mürbe oder feſte, hornſteinartige Gebilde. Auf den verſchiedenſten Punkten der Erde hat ſich dieſe Entdeckung Ehrenbergs beſtätigt, überall, in Hannover, Deſſau, Heſſen, am Rhein, in Frankreich, Skandinavien, in Süd- und Nordamerika, auf den Philippinen, auf Isle de France und Isle de Bourbon hat man Lager dieſer Pflanzenreſte gefunden. Das bedeutendſte aber iſt ohnſtreitig das der norddeutſchen Ebene. In der Lüneburger Haide hat man es ſtellenweiſe in 30 Fuß Tiefe noch nicht erſchöpft. Die obern Schichten beſtehen rein aus Kieſelpanzern und bilden Schichten feinen weißen Sandes. Die untern ſind mit einer erſtaunlichen Menge von Fichtenblüthenſtaub gemengt, die ihnen eine gelbe Farbe leiht. Dieſe Kieſelbänke beſtehen oft ſo völlig aus Kieſeltheilchen, daß ein Kubikzoll viele, bisweilen gegen 1000 Millionen umfaßt; und ein jedes dieſer Kieſeltheilchen zeigt ſich dem bewaffneten Auge als das ganze oder zerbrochne ehemalige zierliche Zellengerüſt einer Pflanze. Aber nicht nur Lager von todten, auch von lebenden Stäbchenpflanzen ſind gefunden worden. Ein ſogenanntes Torf- und Thonlager, das ſich in weiter Erſtreckung

längs der Spree und unter einem Theile von Berlin ſelbſt hinzieht, und bald nur wenige Fuß, bald gegen 100 Fuß mächtig iſt, beſteht, ſoweit ſeine Erdmaſſe torfig iſt, aus einem Gemiſch von Pflanzenreſten und Kieſelſchalen, da wo ſie ſich als Thon darſtellt, faſt ganz aus Stäbchenpflanzen, die überhaupt für ſich allein weißen oder gelblichen Thon, mit den kalkigen Polythalamien gemiſcht Mergel bilden und als mächtige Lager mit reineren Kalkſteinen abwechſeln. Die Pflanzen dieſes Lagers leben zum Theil in der Spree und andern Berliner Waſſern, ſind zum größten Theil aber ſolche, die jetzt bei Berlin an der Oberfläche nicht gefunden worden ſind. Dabei iſt merkwürdig, daß die ihnen entſprechenden Formen nicht am Ausfluß der Elbe in die Nordſee, ſondern an der Mündung der Oder in die Oſtſee wiedergefunden werden, alſo nicht in dem Flußgebiete, welchem die Spree jetzt angehört, ſondern in einem, welchem ſie früher angehört zu haben ſcheint. Das Merkwürdigſte aber iſt, daß die Berliner Lager organiſcher Ueberreſte der Vorzeit, die doch 10′—15′ unter Lehm und Sand liegen, ſichtlich noch viele lebende Formen enthalten, deren Lebensthätigkeit jedoch bei der Abſperrung von Luft und Licht bedeutend abgeſtumpft iſt. Wir ſehen hier alſo eine erdige Subſtanz, ein Gebilde von Organismen, die noch nicht ganz todt, aber dem Tode und der völligen Verſteinerung nahe ſind, und welche bei ihrer Bauarbeit zu belauſchen der Beobachtung gelungen iſt. So vermag die Natur ſelbſt durch ihre kleinſten

und ſchwächſten Geſchöpfe Länder und Berge zu ſchaffen, und der Menſch, der ſtolze König der Schöpfung, verzagt an der Löſung ſeiner Lebensaufgabe, welche nicht Länder ſchaffen, ſondern geſtalten ſoll zu einem Wohnſitze des Geiſtes und der Freiheit! —

Wie in den Landgewäſſern die kleine Pflanzenwelt den Bau der Erde fortſetzt, ſo ſchafft die Thierwelt im Meere neue Schichten und Lager. Hier ſind es die Polythalamien oder Mooskorallen und Rhizopoden oder Faſerkäfer, welche in gallertartige Stöcke oder vielkammerige Bäumchen von kohlenſaurem Kalk vereinigt mit ihren Leichen den Boden erhöhen. Wie die Pflanzen Kieſelbänke ſchufen, ſo bauen die Thiere Kalkfelſen. Zwar hat man dieſe noch nicht, wie jene, bei ihren viel mächtigeren Steinbauten beobachten können; aber aus Allem geht hervor, daß auch ſie noch heutzutage im Meere thätig ſind, wie ſie es in den früheren hiſtoriſchen Zeiten und in den Dämmerungsepochen der gegenwärtigen Schöpfung waren, daß alſo nicht nur Kieſelerde, ſondern auch Kalk unter unſern Augen erzeugt werde. Die großartigſten Zeugen ihrer vorweltlichen Schöpfungskraft ſind die gewaltigen Kreidegebirge, welche in neuerer Zeit als Grabſtätten einer ungeheuren Menge dieſer mikroskopiſchen Thierchen nachgewieſen ſind, und denen die jüngeren Gebilde des Pariſer Grobkalks als würdige Genoſſen zur Seite geſtellt werden müſſen, da auch ſie aus zahlloſen rundlichen Schalen ähnlicher Thierchen zuſammengeſetzt ſind, die man Miliolithen genannt hat. Doch nicht bloß

große Gebirge wurden von dieſer kleinen Thierwelt aufgethürmt, auch in Ebnen trieben ſie ihr ſchaffendes Spiel. Lange glaubte man, der loſe Sand ſei nur aus Abfällen der anſtehenden Gebirge entſtanden, wie er ſich im deutſchen Norden und im Becken der Oſtſee bis zur Newa wirklich unter dem Mikroskop als Trümmer granitiſcher Geſteine zeigt. Aber der Boden der lybiſchen Wüſte iſt faſt durchaus ein organiſches Gebilde, und der dortige Kalkſand beſteht in ſeinen kleinſten Körnern häufig aus lauter Gehäuſen von Kalkthieren. Erſt oberhalb Aſſuan in Nubien wird der Wüſtenſand granitiſch. Die ſtolzen Pyramiden Aegyptens, jene gerühmten Denkmäler menſchlicher Größe, ſind nichts als Leichenhaufen eines vorweltlichen Thierlebens, ſind gebaut aus den linſenförmigen Gehäuſen dieſer kleinen Geſchöpfe, welche die Zeit zu feſten Geſteinen zuſammengefügt hatte. Auch der Sand vieler Dünen und Küſtenbildungen beſteht aus jetzt lebenden Mooskorallen, deren jede ein Sandkorn vorſtellt. Beſonders im Becken des mittelländiſchen Meeres ſind dieſe Thiere fortwährend thätig und fügen leiſe und unmerklich der immer wachſenden Erdrinde eine Schuppe nach der andern zu. Dazu kommen hier noch außerordentlich kleine Schnecken, die den Infuſorien ähnlich ſind und auch nicht viel an Größe nachgeben, da ihrer auch 100 auf einen Gran gehen. So ſehen wir, überall in den Teichen und Seen, in den Häfen, Meeresbuchten und rings um die Küſten treibt die Natur das Geſchäft der organiſchen Steinbildung im Kleinen